農業試驗所特刊第187號
Special Publication of TARI No.187

台灣紅龍果

生產技術改進研討會專刊

地　　點：國立屏東科技大學國際會議廳
主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所
協辦單位：國立屏東科技大學農園生產系

行政院農業委員會農糧署　補助
行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所　編印
中華民國104年12月

台灣紅龍果

生產技術改進研討會專刊

劉碧鵑、邱國棟 主編

時　　間：103年4月16日

地　　點：國立屏東科技大學國際會議廳

主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所

協辦單位：國立屏東科技大學農園生產系

補助單位：行政院農業委員會農糧署

行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所　編印

中華民國104年12月

台灣紅龍果生產技術改進研討會議程

時間：103年4月16 日(星期三)

地點：國立屏東科技大學國際會議廳(屏東縣內埔鄉學府路1號 玉崗紀念圖書館4樓)

時　間	議　程	主　講　人	主　持　人
8:00~8:40	報　到		
8:40~8:50	主 席 致 詞	陳分所長甘澍　鳳山熱帶園藝試驗分所 古 校 長 源 光　國立屏東科技大學	
8:50~9:20	台灣紅龍果產業現況及輔導措施	曾科長淑汾 農糧署作物生產組	翁組長震炘 農糧署作物生產組
9:20~9:50	世界紅龍果產業概況	顏教授昌瑞 國立屏東科技大學農園系	
9:50~10:10	茶會與合影		
10:10~10:40	台灣紅龍果品種選育現況與未來展望	劉副研究員碧鵑 鳳山熱帶園藝試驗分所	顏副校長昌瑞 國立屏東科技大學農園系
10:40~11:10	紅龍果整合性產期調節技術	江博士一蘆 國立臺灣大學園藝暨景觀學系	
11:10~11:40	紅龍果光週性與萌芽物候期	楊副教授雯如 國立臺灣大學園藝暨景觀學系	
11:40~12:10	Flowering biology and pollination requirements in red pitaya (*Hylocereus* spp.)	Dinh Ha Tran 國立屏東科技大學農園所博士班研究生	
12:10~13:20	午　餐		
13:20~13:50	紅龍果莖潰瘍病病原特性及防治研究	倪主任蕙芳 嘉義農業試驗分所	陳分所長甘澍 鳳山熱帶園藝試驗分所
13:50~14:20	紅龍果病毒病的研究現況	張教授雅君 國立台灣大學植物病理與微生物學系	
14:20~14:50	套袋與環剝對紅龍果果實生長之影響	林教授慧玲 國立中興大學園藝學系	
14:50~15:10	休　息		
15:10~15:40	紅肉種紅龍果果實發育與貯運性之比較	吳副教授俊達 國立臺灣大學園藝暨景觀學系	李主任文立 鳳山熱帶園藝試驗分所
15:40~16:10	紅龍果採後處理技術與採前因子影響	徐助理研究員敏記 農業試驗所作物組	
16:10~16:40	紅龍果檢疫技術之開發	陳課長素琴 動植物防疫檢疫局臺中分局	
16:40~17:10	綜合討論 (陳分所長甘澍、各節主持人和主講人)		

目　錄

一、台灣紅龍果產業現況及輔導措施　曾淑汾、余建美　5

二、世界紅龍果產業概況　顏昌瑞、江一蘆　19

三、台灣紅龍果品種選育現況與未來展望　劉碧鵑、留欽培　29

四、紅龍果整合性產期調節技術　江一蘆、楊雯如、林孟姿、洪兆濡　45

五、紅龍果光周性與萌芽物候期　江一蘆、廖苑吟、楊雯如　59

六、Flowering biology and pollination requirements in red pitaya (*Hylocereus spp.*)
紅肉種紅龍果之開花與授粉之研究　陳丁河、顏昌瑞、陳幼光　67

七、紅龍果莖潰瘍病病原特性及防治研究　倪蕙芳、楊宏仁、黃巧雯、林靜宜、林筑蘋、安寶貞、蔡志濃　81

八、紅龍果病毒病的研究現況　張雅君、毛青樺、呂有其、李勇賜　93

九、套袋與環剝對紅龍果果實生長之影響　黃琇亭、林慧玲　101

十、紅肉種紅龍果果實發育與貯運性之比較　許庭瑄、吳俊達　109

十一、紅龍果採後處理技術與採前因子影響　徐敏記、劉碧鵑　121

十二、紅龍果檢疫技術之開發　陳素琴　135

十三、Dragon fruit production and consumption in Vietnam
越南紅龍果的生產現況與銷售　陳丁河、顏昌瑞　147

十四、綜合討論　169

鳳山熱帶園藝試驗分所 陳分所長甘澍致詞

今天行政院農業委員會農業試驗所很榮幸與國立屏東科技大學農園生產系合辦「台灣紅龍果生產技術改進研討會」，本人謹代表農業試驗所由衷歡迎各位佳賓蒞臨指導。近幾年來，紅龍果已成為熱門的果樹產業，也是發展極為快速的新興果樹，更屢屢在臺北果菜市場創下拍賣市場天價(100年3月460元/公斤，101年3月420元/公斤)，在產值提昇的誘因下，栽培面積逐年擴增。大家或許記憶猶新，紅龍果當初從越南引進台灣種植時，由於其生長適應性強及其亮麗、新奇、吉祥的外形，一時蔚為種植的「瘋」潮，只是當時品種選育及栽培技術都未臻成熟，種植面積急速擴增，加上不當的栽培管理技術，果實小，草腥味重，風味及口感皆差，消費者接受度不高，以致價格一落千丈，果農紛紛棄園改種其它作物。為免重蹈昔日覆轍，我們必需對紅龍果的品種、栽培管理、採後處理等關鍵技術門檻要有更深一層的認識。近年來，在大家的共同努力之下，台灣紅龍果逐漸的走出自己的一條路，成功開拓外銷市場，完成飽合蒸熱檢疫處理技術，開疆闢土打開日本市場(100年4月)，同時也陸續出口至加拿大、新加坡及中國大陸等地。目前台灣在大家的努力之下，生產技術已經超越生產大國-越南，並預期將可在國際市場上和其他競爭國一較長短，開創台灣的紅龍果奇蹟。各位都知道在國際化的趨勢下，農產品貿易自由化是全球趨勢，台灣果樹生產所面臨的競爭不僅僅是國內的生產者，也面臨國外進口水果的壓力，國內果樹產業普遍面臨經營規模小、生產成本高、勞力短缺及天然災害，如何維持高品質紅龍果生產，是一大挑戰，而如何讓紅龍果產業持續，急需產官學界與各位先進的努力與支持。

在本次的研討會中，我們分別從產業面與技術面，邀請該領域的專家學者，提出強化紅龍果產業競爭力與其栽培技術改進，近而提升其果實品質的策略，包括產業的輔導現況與策略、國外紅龍果的栽培現況與競爭力分析、

現階段品種選育情形與未來展望、產期調節技術的應用、開花生理探討、病毒病的研究現況、潰瘍病的發生與預防、採收後處理與預冷技術的研發、延長紅龍果貯運性與檢疫技術的開發等面向提出見解與看法。除此之外，也期盼與會的各位先進們能夠對台灣的紅龍果產業發展提出各項看法與建議，提供可以促進紅龍果產業發展的不同想法與議題。個人深深盼望在各位的參與引領之下，台灣的紅龍果產業可以更進一步發展，並且帶動其他果品，讓台灣農業可以在全世界發光發熱，揚名全球。

國立屏東科技大學　古校長源光致詞

主持人陳分所長、主辦本研討會的本校農園系顏教授及其研究生團隊，來自農委會、防檢局等主管機關的長官以及來自各地的農友們：

誠如剛才陳分所長致詞時提到，紅龍果1公斤曾經賣到四百多元的價格，可説是比豬肉、雞蛋還要貴，使我想到在農業生產上有一種作物叫做「現金作物」，在樹上結的是現金，正是這樣的寫照。

今天來參加的學員，都是長久在產業界著墨甚久的人員與經驗豐富的業者，當然我們今天的演講者，也都是不簡單的，擁有不錯的研究成果，包括有來自農委會的研究單位，也有來自台灣大學、嘉義大學以及本校的老師和博士研究生，他們都要將他們在紅龍果種植方面的研究成果，分享給現場所有業者。業者們的實務經驗其實非常豐富，他們在農場裡所遭遇到的問題，有些恐怕是我們在研究室裡從未接觸過的問題，因此本次研討會可以搭建一個好的平台，讓學術界藉此傾聽業者的聲音和問題，共同為台灣的紅龍果產業創下一個亮眼的產業模範。

台灣自三十幾年前引進紅龍果迄今已發展成一個顯學產業，滿驕傲的是連原產地國家-越南也要派人前來學習。顏教授門下有一位來自越南的博士生，就是在研究紅龍果的授粉、開花的生理研究。這表示台灣的農業實務經驗、技術及研究室中的基礎研究做的非常好。這也得感謝主管的農委會農糧署、防檢局等農業主管官員們，在農業生產和疾病防疫的指導，使台灣在這個產業領域領先全世界，希望各位業者能跟學校或是鳳山熱帶園藝試驗分所密切合作，真正發揮產業與學術界合作的機制，並從中獲得最大利益。

在此也很高興接受顏教授的邀請來與各位見面，同時很抱歉屏科大沒有提供更適當的場地，來容納更多的學員參與，難得的是本次研討會居然會出現秒殺的報名盛況，這和以往的學術研討會需要用鼓勵或是威脅同學來參加，顯得很不一樣。在此跟各位與會業者與來賓致上謝意。順便分享顏教授在屏科大所主持的熱帶果樹園裡，目前有收集了6-70種紅龍果品種，這些都是

極具商業價值，未來可以再開發研究的，在聽完顏教授的演講後，若有興趣可進一步商談產學合作一事。

最後，本人預祝今天的研討會能讓大家收獲滿滿，謝謝各位在百忙中撥冗蒞臨屏科大，也謝謝陳分所長在致詞時對本研討會的肯定及期許，謝謝各位。謝謝！

台灣紅龍果產業現況及輔導措施

農糧署作物生產組果樹產業科　曾淑汾、余建美

摘　要

紅龍果為仙人掌科三角柱屬，多年生攀緣性肉質植物，原產於墨西哥、加勒比海和中美洲等地的熱帶森林，引進台灣已20餘年，近年因育種技術進步選育出具大果豐產、高甜度且自交親和之品種，且因其生產速度快，加上栽培管理技術門檻不高，種植第2年即可收成，農民栽培意願提升；再加上具耐病蟲害及不良環境之特性，迅速成為國內重要的經濟果樹之一，民國101年時栽培面積達979公頃，產量約2.4萬公噸，產值約新台幣10.6億元，其出口量亦由民國99年176公斤，成長至102年的44,450公斤。其中紅肉種紅龍果因甜度高、富含甜菜苷色素、抗氧化能力佳，在內外銷市場均具競爭力，種植量漸漸增加。惟台灣紅龍果產業未來仍面臨部分挑戰，例如越南生產成本較低之紅龍果極可能突破檢疫問題再度進入台灣市場、中國大陸種植紅龍果面積快速增加且技術提升，可能減少由台灣進口之需求或在國外市場與我國產品競爭，未來加入TPP後亦將受到進口關稅調降之衝擊。為提昇產業競爭力，政府以輔導發展高品質、安全農產品及促進產銷穩定為目標。透過吉園圃及設置優質紅龍果集團產區，導入技術服務團，協助農民提升技術及品質，103年度並將推行QR-code建立生產責任制度及加強推動紅龍果有機栽培，推廣地產地消觀念，強化與進口產品之區隔；在出口方面，則透過外銷供果園，建立穩定之供應鏈，並透過科技計畫研究提升保鮮與外銷貯運技術以利國外市場之拓展，增加農民收益。

關鍵字：紅龍果、產業

前　言

紅龍果為台灣近年新興的熱帶果樹，因生產速度快，適應性廣，近年來更透過引種與雜交選育出適合我國風土氣候的優良品系，栽培管理日漸成熟，品質大幅提昇，加上產期調節技術改進，使得產期得以延長，外加99年3月起越南紅龍果因檢疫問題無法進口，及我國99年起成功取得日本同意輸出白肉種紅龍果且其他市場拓銷成功，近年市場價格穩定，農民種植意願提高，全省栽培面積急速擴增，目前全省均有栽培為重要的外銷新興果品之一。

也由於栽培面積快速增加，未來需特別加強維持產銷之穩定，及因應未來貿易自由化的衝擊。農糧署積極推動設置優質紅龍果集團產區，辦理外銷供果園登錄，輔導吉園圃、有機栽培、產銷履歷制度，及組成技術服務團，辦理現地輔導，加強穩產技術，期能建立質量穩定之周年供果體系，穩固既有市場，及開發國內外新興市場。

產業現況

目前農業統計年報尚未有紅龍果栽培的統計記錄，依據農情報告資源網，有統計資料始於民國88年，栽培積380公頃，後來面積逐年急速擴增，至92年達最盛期1,044公頃，當時由於栽培品種多屬越南白肉種，栽培技術尚未成熟，致品質不穩定、口感差，具草青味，消費者接受度不高，導致農民棄種，至98年面積減至770公頃。後因試驗改良場所及屏東科技大學著力於品種及栽培技術之改良與輔導、99年3月起越南紅龍果因檢疫問題無法進口及99年白肉種紅龍果完成檢疫試驗與諮商獲日本同意外銷，且其他外銷市場拓展成功等因素，近來市場價格佳，致農民追種，面積又逐年擴增，102年生產面積約1,191公頃，產量達27,654公噸，產值近15.6億(如圖1及表1)。

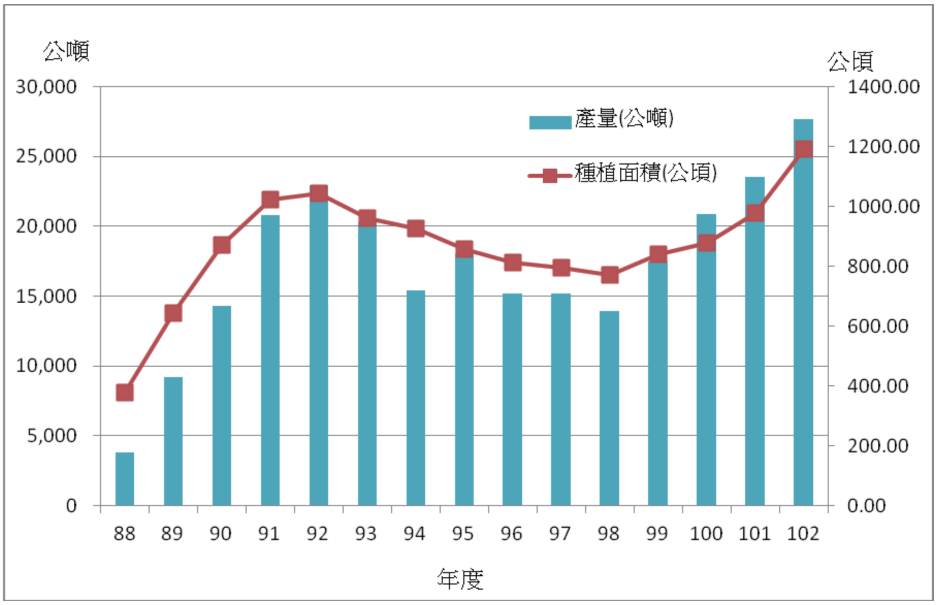


圖1、88-102年紅龍果栽培面積及產量變化

表1、近4年紅龍果種植面積、產量及產值表

年度別	種植面積(公頃)	產量(公噸)	單價(元)	產值(千元)
99	840.54	17,447	35	610,631
100	877.84	20,915	40	836,596
101	979.42	23,550	45	1,059,732
102	1,191	27,654	56 .5	1,562,454

國產紅龍果偏布全台及澎湖，主要產區為彰化縣，栽培面積206公頃，為全台最大的產區，佔紅龍果總種植面積17.3%(其中二林鎮119公頃，佔總種植面積之9.9%)；南投縣13.2%為次；台南市佔12.5%、屏東縣11.6%、嘉義縣10.8%、台中7.4%；前開6直轄市及縣的產量佔全臺灣地區總產量之72.8%。其餘27.2%分佈於其他各縣市(含澎湖)，各縣市栽培面積、產量詳如表2。惟其栽培區域分布零散，除彰化縣二林鎮較集中外，其餘各縣市單一鄉鎮栽培面積均未達50公頃(如表3)。

表2、102年國產紅龍果各縣市栽培情形表

縣市別	種植面積(公頃)	結實面積(公頃)	產量(公斤)	栽培面積所佔比例(%)
彰化縣	205.85	187.34	27,288	17.28
南投縣	157.22	155.58	33,580	13.20
台南市	149.39	146.26	26,557	12.54
屏東縣	137.95	128.1	21,258	11.58
嘉義縣	128.83	128.63	15,511	10.81
台中市	87.8	86.28	23,460	7.37
高雄市	53.93	53.73	25,978	4.53
台東縣	49.02	40.19	18,639	4.11
雲林縣	47.28	47.17	21,068	3.97
苗栗縣	40.87	40.87	22,044	3.43
花蓮縣	30.22	28.76	11,329	2.54
宜蘭縣	28.27	26.63	28,402	2.37
新竹縣	27.1	27.1	18,404	2.27
桃園縣	17.29	16.66	20,356	1.45
新北市	13.83	13.31	29,451	1.16
澎湖縣	9.33	9.33	19,148	0.78

嘉義市	5.03	5.03	26,487	0.42
新竹市	1.78	1.77	12,757	0.15
台北市	0.3	0.3	16,000	0.03
合計	1,191.29	1,143.04	24193	100.00

表3、102年紅龍果鄉鎮栽培面積排行(表列為10公頃以上)

縣市鄉鎮別	種植面積（公頃）	結實面積（公頃）	每公頃收量（公斤）	收量（公斤）	鄉鎮所佔比例(%)
合　　計	1,191.29	1,143.04	24,193	27,654,038	100.00
彰化縣二林鎮	118.45	100.84	21,000	2,117,640	9.94
南投縣集集鎮	45.67	45.67	33,000	1,507,110	3.83
台南市東山區	45.61	45.61	28,000	1,277,080	3.83
南投縣名間鄉	36	36	41,400	1,490,400	3.02
台中市外埔區	35.97	35.97	25,200	906,444	3.02
嘉義縣竹崎鄉	31.09	31.09	12,000	373,080	2.61
彰化縣竹塘鄉	26.65	26.65	40,000	1,066,000	2.24
台南市柳營區	22.86	22.86	33,750	771,525	1.92
嘉義縣中埔鄉	21.16	21.16	20,850	441,180	1.78
屏東縣新埤鄉	20.65	20.65	22,800	470,820	1.73
嘉義縣水上鄉	20.2	20.2	20,800	420 ,160	1.70
南投縣竹山鎮	19.6	18.7	33,600	628,320	1.65
台中市后里區	16.11	16.11	19,050	306,896	1.35
彰化縣埔鹽鄉	15.4	15.1	36,900	557,190	1.29
南投縣中寮鄉	14.8	14.6	28,800	420,480	1.24
屏東縣車城鄉	14.7	8.95	19,800	177,210	1.23
台東縣卑南鄉	14.66	12.66	22,800	288,648	1.23
屏東縣長治鄉	13.92	13.92	22,800	317,380	1.17
屏東縣鹽埔鄉	13.9	13.9	21,840	303,576	1.17
台南市白河區	12.83	12.83	25,000	320,750	1.08
南投縣南投市	11.85	11.85	36,569	433,343	0.99
雲林縣崙背鄉	11.75	11.75	27,200	319,600	0.99
台東縣臺東市	11.24	5.24	14,000	73,360	0.94

屏東縣高樹鄉	11.01	11.01	22,799	251,020	0.92
花蓮縣玉里鎮	11.01	9.71	12,000	116,520	0.92
屏東縣滿州鄉	10.8	10.8	19,380	209,304	0.91
苗栗縣卓蘭鎮	10.62	10.62	28,800	305,856	0.89
南投縣國姓鄉	10.6	10.6	22,400	237,440	0.89
南投縣國姓鄉	10.6	10.6	22,400	237,440	0.89
屏東縣麟洛鄉	10.32	9	20,430	183870	0.87
其它鄉鎮	531.86	518.99	21,892	11,361	44.65

主要栽培品種包括白肉種及紅肉種，白肉種通稱為越南白肉種，紅肉種包括為石火泉種、吳沛然系列、昕運1號-蜜寶、大紅、蜜龍等，原白肉種與紅肉種栽培比例約6：4，近年紅肉種因價格穩定栽培面積有上升之趨勢，已轉為4：6。

在出口方面，出口量及值均呈穩定成長，民國99年出口量176公斤出口值8千元、100年11,840公斤出口值886千元，101年38,106公斤出口值2,676千元，102年44,450公斤出口值3,225千元(如圖2)。102年主要出口國家為中國大陸39,058公斤(佔總出口量之87.87%)、其次為新加坡499公斤(7.09%)、加拿大149公斤(3.39%)、香港100公斤(1.57%)、汶萊6公斤(0.08%)(如圖3)。

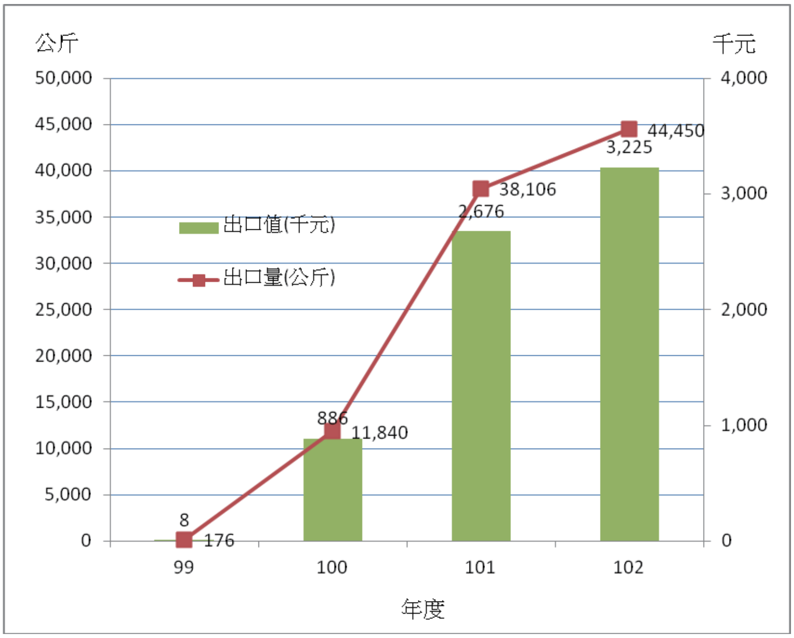


圖2、民國99-102年紅龍果之出口量、值

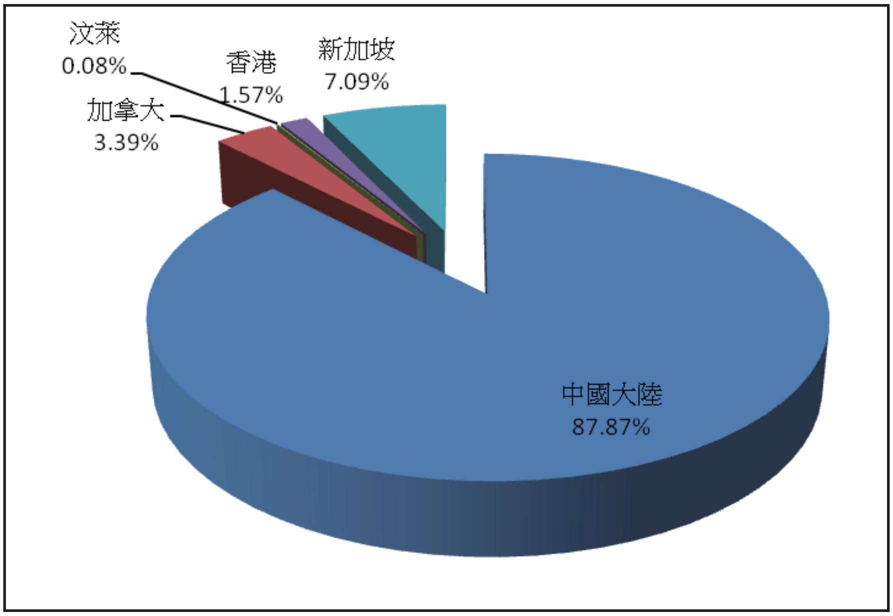
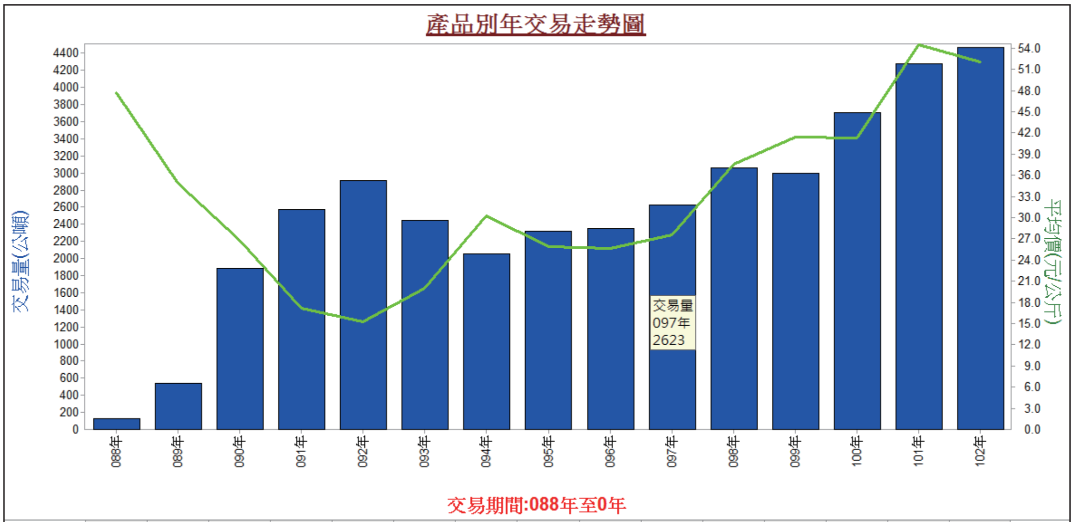


圖3、民國102年紅龍果出口國家

在國內價格方面，依據台北市場批發行情資料，紅龍果88年交易量為124公噸，均價為每公斤47.7元，後隨著交易量的增加，均價逐年下跌，92年交易量2,911公噸，均價下跌至15.3元。後因技術及品質逐漸提昇消費者接受度增加，及產期調節技術改進分散市場，年平均價再次提升，至102年交易量為4,469公噸，均價為52.1元。(圖4)



	088年	089年	090年	091年	092年	093年	094年	095年	096年	097年	098年	099年	100年	101年	102年
平均價	47.7	34.8	26.9	17.1	15.3	20.0	30.2	25.9	25.7	27.6	37.5	41.4	41.3	54.5	52.1
交易量	124	541	1886	2568	2911	2448	2059	2318	2352	2623	3062	2994	3702	4280	4469

平均價　交易量

市場:　台北二,台北一
產品:　811 火龍果 白肉,812 火龍果 紅肉

圖4、紅龍果88-102年台北市場交易行情比較

至於生產成本，依據農糧署91-102年所做7次調查，紅龍果生產成本每公斤約18-22元，其中以工資所占比例(61%)為最高，顯示其生產過程需投入的人工較高，其次為肥料費用。而工資中又以剪定整枝(占23%)及收穫出售(占22%)的工最多，其次依序為疏果套袋(20%)及病蟲害防治(9%)，各類生產成本比例詳圖5及圖6。而農家賺款約為每公頃364,022~986,610元，且自96年後有逐漸上升之趨勢(圖7)。

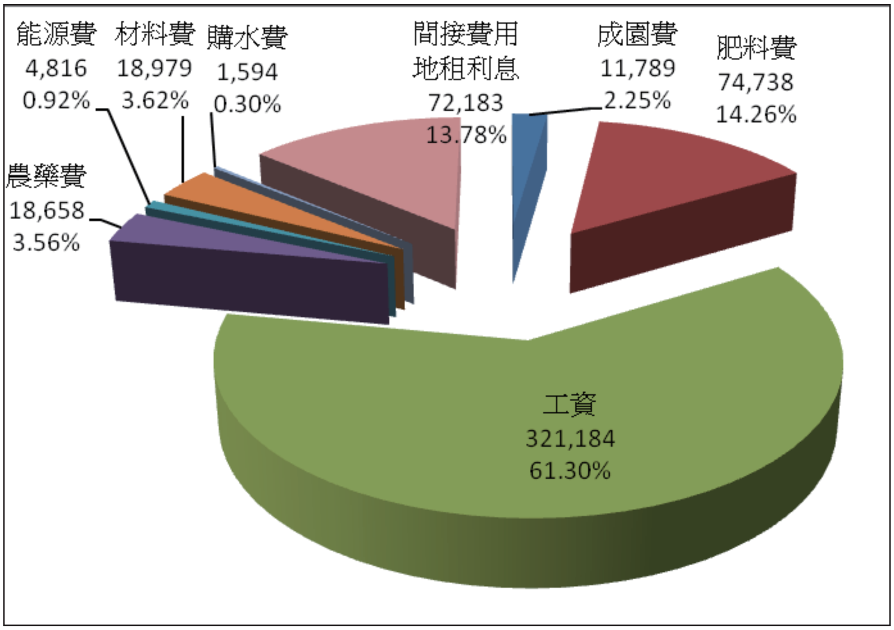


圖5、栽培紅龍果各項生產成本比例(102年調查)

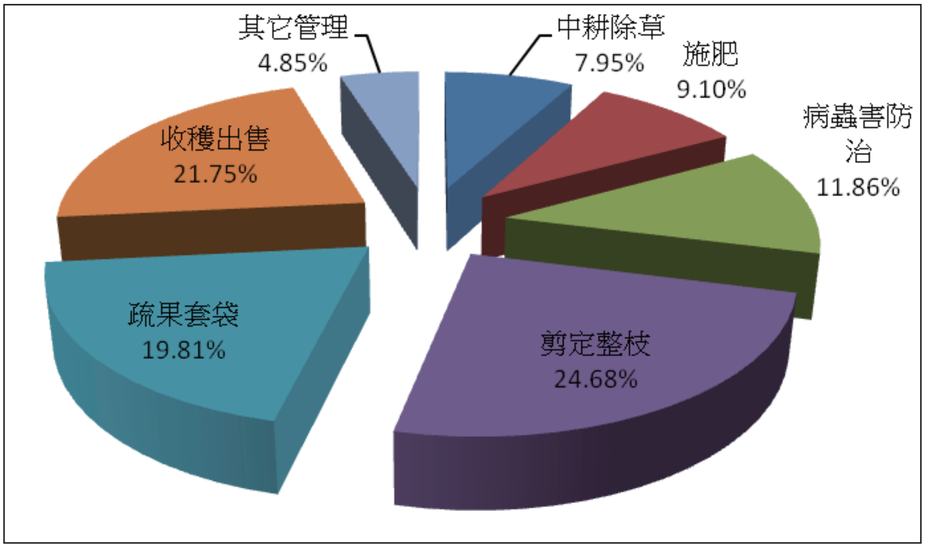


圖6、栽培紅龍果工資成本中所占比例分析(102年調查)

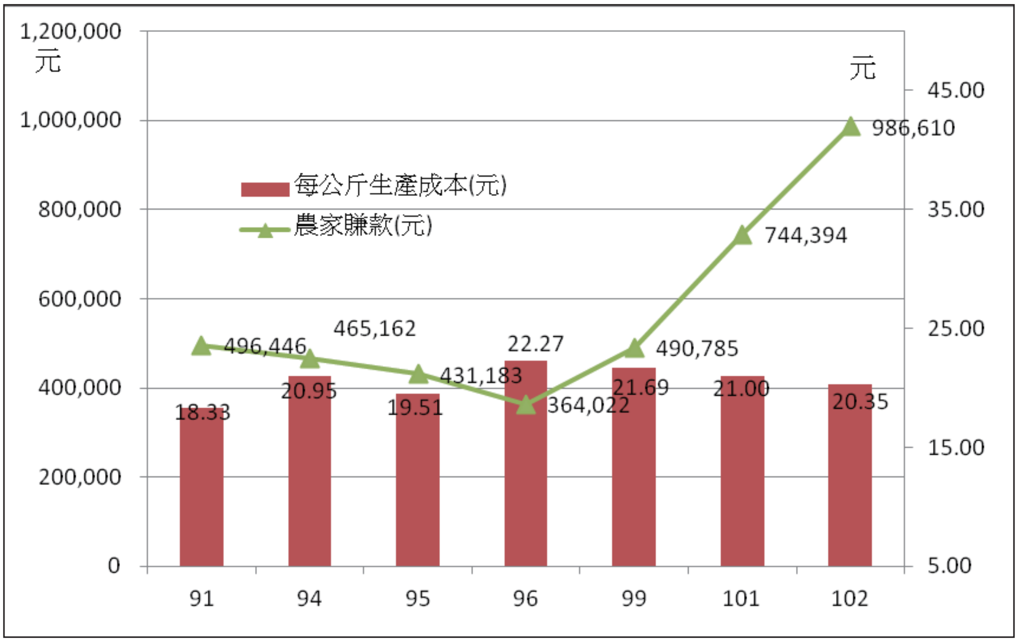


圖7、紅龍果近年生產成本與農家賺款

產業面臨之挑戰

紅龍果之栽培規模曾於92年達到盛期，後因市場有限及消費者接受度低，致逐年縮減，近年隨著品種的改進，栽培技術的穩定及國人重視養生需求量擴增，栽培面積又呈逐年增加趨勢。倘從生產面積、產量、進口量、出口量、市場價格等種種面向觀察，雖目前呈成長趨勢，但產業仍具隱憂：

一、近年市場價格高，農民追種，面積擴增太快：紅龍果栽培面積自98年後每年急速擴增，自102年面積已達1,191公頃，近2年新植面積又增加，，倘需求面未增加，極易因量多產生價跌現象。

二、部分農民用藥管理不當，可能影響內外銷市場：紅龍果病蟲害少，農藥支出少，約佔生產成本之3.6%，惟近年因氣候變遷，及經濟栽培面積增加，病蟲害有增加趨勢，惟因推薦用藥少及部分農民防治不當，可能造成民眾疑慮而影響內外銷市場。

三、栽培不集中多未形成產業規模且品質不一，不利國際行銷與接受大訂單：目前除彰化縣二林鎮栽培面積逾120公頃，較具產業規模外，其餘產地多分散不集中，不利共同防治與管理，成本較高，又因氣候風土與栽培管理方式不同，品質難以齊一，造成供貨量及品質不穩，不利外銷接單及行銷。

四、生產成本高，不利我國在國際市場競爭：紅龍果生產成本中以工資所占比例最高，而我國工資成本高，與越南、馬來西亞、中國大陸等主要栽培國家比較，生產成本明顯較高，不利我國在國際市場之競爭。

五、中國大陸種植面積漸增，逐漸形成威脅：紅龍果目前台灣之優勢在於品種及栽培技術，惟近年部分品種流至中國大陸，亦有台商在大陸輔導種植，未來可能與我國競爭海外市場，且降低由台灣輸入紅龍果之需求。

六、部分消費者對紅龍果接受度仍不高：部分消費者對紅龍果之印象仍停留於具草青味，風味口感差之情形，致國內市場拓增有限。

七、越南紅龍果可能突破檢疫問題而出口至台灣與國內產品形成競爭：目前越南產紅龍果已完成相關檢疫處理評估作業，待訂定相關輸入檢疫條件後即可再進口至台灣，由於其生產成本較低，預估將對台產紅龍果造成衝擊。

八、採後保存不易，技術亟待提升：紅龍果之外銷常受限於保鮮技術與檢疫蒸熱處理，影響櫥架壽命與品質外觀，在消費者日益重視衛生安全潮流下，亟需開發衛生安全之的保鮮處理技術，以利外銷市場的拓展。

產銷調整策略及輔導措施

近年來因紅龍果市場價格高，致農民栽培意願提升，其價格可能因量增而下跌，目前雖僅有馬來西亞紅龍果輸入，未來越南紅龍果亦將通過檢疫處理而輸入，加上我國準備加入TPP屆時需配合調降關稅，預期將可能對國產紅龍果產業造成衝擊。政府為提升紅龍果產業競爭力，積極規劃相關產業輔導措施如次：

一、強化紅龍果供果園外銷供應鏈管理：輔導出口業者與供果園契作，改善果園產銷環境及設施，運用登錄制度及條碼追溯系統，強化產銷供應鏈管理，穩定外銷品質及數量，103年輔導30個農戶，登錄面積13.71公頃。

二、設置優質紅龍果集團產區：為提昇國產紅龍果品質，提高產銷經營效益，整合產區毗鄰之產銷班或生產單位，形成聚落之集團產區，導入優良品種與技術，共同施作與用藥，提昇高品質果品比率，穩定供應，迄103年止已輔導成立彰化縣二林鎮及花蓮縣玉里鎮等2個集團產區，農戶

數40戶、面積29.1公頃。

三、提升栽培管理技術及安全用藥宣導：成立技術服務團，提昇農民種植技術，宣導安全用藥，生產安全果品。103年預定於主產區產地辦理10場次教育講習及現地輔導。農試所鳳山分所並每年辦理全國紅龍果果品評鑑，以引導提昇果品品質。

四、推動安全標章及認證：隨著消費者及各國日益重視食安議題，輔導農民安全用藥，並導入吉園圃標章與產銷履歷及有機驗證，103年度起將導入QR-code，於產品標示生產來源，建立責任制度，以加強消費信心，建立產品信譽，形成市場區隔。

五、加強國內行銷與推廣地產地消觀念：於盛產期輔導全國農會超市及與產地農民團體合作供貨之量販店加強採購與行銷，辦理紅龍果鮮果共同運銷至消費批發市場拍賣，降低運銷價差。並輔導產地農民團體配合產期結合休閒、觀光及產業文化，辦理展售促銷，刺激買氣。

六、開發紅龍果採後處理及貯運技術，延長果實貯藏壽命與維持品質：農試所與農糧署自99年起持續委託及補助大專院校辦理紅龍果採後處理及貯運技術之改善研究，期透過科技計畫研究建立紅龍果之保鮮與長程貯運技術，以調節盛產期壓力，拓展國外市場。

七、紅龍果品種日趨多元，利用整枝及燈照處理調節及延長產期：紅龍果正常產期為5-11月，輔導農民透過品種、整枝及燈照處理等措施調節，產期可延長至翌年2月，未來期能透過產期調節分散產期，建立周年供果制度，舒緩盛產期之壓力。

八、輔導設施栽培分散產期及提升安全性：農糧署自103年起將水平棚架網室列入紅龍果輔導項目，期透過水平棚架網室之補助，增加冬季果品的產量，並節省人工套袋、施藥、紙袋等，降低生產成本，生產安全果品，提升經營效率。

結　語

近年經改良後紅龍果果品甜度高、果粒大、產量高、耐貯藏，極具特色，其栽培過程並無重要病蟲害發生，農民鮮少施藥防治，且營養價值極高，尤其是紅肉種果肉富含特殊的甜菜苷色素，抗氧化能力佳，為台灣其他鮮食

水果所少有的生機成份，未來面對貿易自由化之衝擊，可加強與進口果品之區隔，亦可朝向有機方向發展，強調健康安全及地產地消概念，形塑台灣紅龍果「健康安全」之形象；在國外市場，除持續拓展新興市場及強化台灣優質水果品牌形象外，並需加強外銷供果園之登錄、輔導集團產區及透過運銷集貨設施改善，與外銷貯運技術之改進與強化，提升產品競爭力，期為紅龍果產業帶來新契機。

Dragon Fruit Industry Profile and its Assistance Measures in Taiwan

Shu-Fen Tseng, Chien-Mei Yu

Section Chief and Specialist of Fruit Industry Section in Crop Production Division, Agriculture and Food Agency

Abstract

Dragon fruit or called pitaya/ pitahaya, native to topical forest of Mexico and central-America, was transplanted to Taiwan for more than 10 years. Due to following advantages, its cultivation area was expanded quickly and became one of the important economically cultivated fruit industries in Taiwan. Some excellent varieties with good traits like big fruit, high yield, higher sweetness and self-compatibility were selected. It can be harvested from the second year after planted because of its high growth rate. And farmers can get high profitability as it is high pest and disease resistance and easy to manage. In 2013, its cultivation areas reach 1,191 hectares; the yield is 280,000 tons with 15.6 billion NT dollars. The export volume also increases from 176 kg in 2010 to 44,450 kg in 2013. Especially, the cultivation areas of red-flesh varieties grow continuously because red-flesh varieties are higher-sweet, rich in anti-oxidant and soluble fiber, and welcomed by consumers both in domestic and foreign markets.

Although this industry seems prosperous, it still faces lots of challenges in the future. The dragon fruits in Vietnam are likely re-exported into Taiwan if they overcome quarantine problems as they cost less and have long harvest season. The mainland China will be also likely to reduce importation demand from Taiwan because of currently quickly expand of cultivation areas in its homeland and its improvement in cultivation techniques. On the other hand, Taiwan's dragon fruit will also face big impact of tariff reduction of the future accession to TPP. Therefore, the government has launched some assistance measures to elevate competitiveness and ensure stability between the supply side and the demand side. The government helps the farmers to set up several dragon fruit production clusters and facilitate farmers to improve their product quality through assistance from technique service groups. Farmers are encouraged to

elevate their products safety level by following safe producing practice and getting GAP mark using permission, establishing producers' responsibility with QR-code label, and further developing organic farming. On the other hand, the government is working on promotion the idea of 'local producing for local consumption' which is beneficial for the market segmentation from imported products. On the export aspect, supply orchard registration system and cooperation between farmers and exporters are established to ensure a high quality and stable supply of safe products. Relevant post-harvest and transportation technique which is essential to foreign market exploration are also developing by input of several research projects.

Key word：pitaya industry.

世界紅龍果產業概況

屏東科技大學農園系　顏昌瑞、陳丁河(Dinh Ha Tran)
國立嘉義大學園藝學系　江一蘆

摘　要

紅龍果原產熱帶美洲，為中美洲市場常見水果，當地有種植及外銷，尼加拉瓜以紅龍果(紅肉)為主，外銷北美及歐洲，哥倫比亞以黃龍為主，厄瓜多爾兩者均有。經數百年之擴展，全世界熱帶與亞熱帶地區均有栽培，尤其在近20年已成為發展迅速且重要的新興果樹。除原產地外，以色列在不利的氣候環境下，在Mizrahi教授團隊之領導研究下，無論在品種蒐集、育種、研究及產業化均領先世界，主要外銷歐洲。台灣雖然起步較晚，且發展初期大多為民間之蒐集，政府機關研究不受重視且乏經費支持，但在多年努力栽培面積下已近1千公頃，且品種及栽培技術擴展至中國大陸及東南亞，甚至越南。越南紅龍果栽培已有百年以上歷史，為法國殖民期自中美洲引進，近10年來快速發展，2012年之栽培面積為2.48萬公頃，產量為48.66萬公噸，為全世界最大生產國，也是最重要外銷國(佔蔬果外銷之20%)，產品80%以上外銷，已取得國際驗證(Global GAP)，2013年外銷產值2.03億美元，71.5%出口至中國大陸。主要產區在東南之Binh Thuan及湄公河三角洲之Tien Giang。主要品種為白肉種，1997年南方果樹研究所(SOFRI)自台灣引進紅肉種進行育種，2005年Long Dinh 1命名。栽培上利用燈照(15-25天)已可全年生產。中國大陸為紅龍果生產第二大國，2012年栽培面積約1.09萬公頃，以廣西及廣東最多，但貴州在石漠大力推廣，增加迅速。大陸之品種及技術多自台灣，近年來也開始進行育種，寒害為其主要問題，冬季常以稻草或塑膠布覆蓋以禦寒。東南亞除越南外，馬來西亞及泰國亦積極推廣，大多為台商之品種及栽培技術轉移，亦同樣有盛極而衰的趨勢。泰國紅龍果已達穩定平衡，馬來西亞則因氣候環境濕熱，病蟲害嚴重，產業要再起仍有待克服相關問題。澳洲為紅龍果新興栽培區域，品種及技術均待開發，栽培面積約40公頃(50100株)，62.2%在熱帶之Northern Territory，產量約750公噸，產值225萬澳幣，以生產白肉種為主。最近有媒體報導越南之CT Group預定在澳洲種植1萬公頃之紅龍果。美國受限於冬天低溫，只有夏威夷、南加州及南佛羅里達有少量栽培，品種及技術均待開發，但隨著媒體之報導，消費者有極大興趣，亦有協會定期辦理推廣活動。

紅龍果之起源及分佈

仙人掌科植物原產美洲，本科有122屬，約1600種，對環境之適應性極大，依不同種，有耐乾旱、潮濕、高溫、低溫及低肥之不同環境，幾乎遍佈全世界，甚至已形成作物栽培亟欲砍除之雜草。依Mizrahi & Nerd (1997) 之分類，主要可為果樹栽培之仙人掌科植物可分為三大類：1. 攀緣類，以三角柱屬如紅龍各種(*Hylocereus undatus* Britt. & Rose)與西施仙人柱屬之黃龍(*Selenicereus megalanthus*(Schum.) Britt.& Rose)為主；2. 刺梨類(cactus pear)，以仙人掌屬之各種刺梨(*Opuntiaficus-indica* (L.) Miller)為主；3. 圓柱狀仙人掌(columnar cacti)，以仙人柱屬(*Cereus*)與*Stenocereus*屬為主。

紅龍果為攀緣類仙人掌，原生於北、中美洲之森林區域，多附生於枝幹生長於樹冠遮陰之下，目前在台灣甚至東南亞最有潛力者應為紅龍果，紅龍果之英文名為Pitaya或pitahaya，屬*Hylocereus*，本屬有14種，原產熱帶及亞熱帶美洲，南墨西哥、太平洋邊之中美洲諸國，於瓜地馬拉、尼加拉瓜、墨西哥、哥倫比亞、哥斯大黎加、委內瑞拉、秘魯、巴西均有生產。16世紀引進至菲律賓，1860年引至中南半島，被認為當地原產。1984年引至以色列，開啟了仙人掌果樹之研究。1984年陳塗砂、吳連芳、王群光等人開啟紅龍果在台灣之研究及栽培。

世界各地之生產現況

熱帶美洲雖是原產地，分佈極廣，但栽培量並不多，常外銷北美、歐洲。美洲之紅龍果栽培，主要在尼加拉瓜、哥倫比亞及墨西哥。尼加拉瓜為中美洲主要產區，以紅肉紅龍果為主，目前約800-1000公頃，1999年約560公頃。外銷北美及歐洲。哥倫比亞約600公頃(1999)，以黃龍果為主。厄瓜多爾有紅龍果及黃龍果，墨西哥約285公頃(1999)，美國之加州(10-15公頃)、佛羅里達、夏威夷，均極少量，以白肉紅龍果為主，紅肉種漸增加。(自Ramiro Lobo 2007)

尼加拉瓜紅龍果每公頃產量18000粒，每公頃產量6公噸，全國全年產量2940公噸，2011年，外銷40公噸，產值美金110,928元，2012年，外銷62公噸，產值美金252,833元，外銷單價:每公斤2美元，內銷一級品單價：每粒0.78美金，內銷次級品單價：每粒0.5美元，產期6-11月，8-9月最高。(資料自尼加拉瓜農技團王正隆專家2014.4.10)

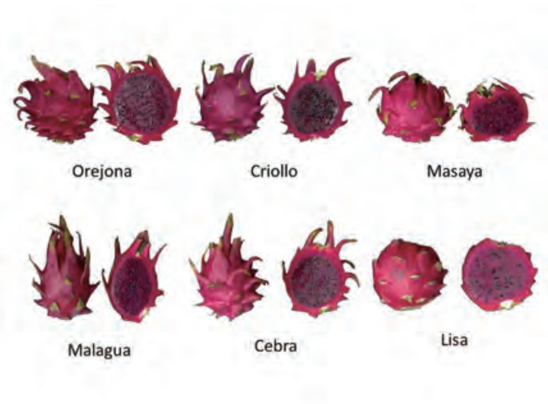


圖1、尼加拉瓜之紅龍果品種

圖2、中美洲市場黃龍果極為普遍

以色列之仙人掌果研究領先世界之最，在學術研究及育種均有極佳成果，1984年在Mizrahi教授團隊之領導下，開啟仙人掌果之研究，無論在品種蒐集、育種、研究及產業化均領先世界。以色列有前述3大類仙人掌果，主要包括：

1. 刺梨：栽培面積最多，340公頃，以國內市場為主，1年可收11個月。

2. 紅龍果：約50公頃，內外銷均有，外銷歐洲之德、英國，主要有3群，只有5月底-6月初無果。紅色紅龍果：6月底-11月採收；有黃色種稱黃金紅龍果(Golden)。沙漠王(Desert Kings)：10-4月採收，為紅龍及黃龍雜交之3倍體。黃龍：3-5月採收。

3. 六角石：6月底-1月採收；約10公頃，內銷，少量外銷歐洲之德、英國。(資料自Mizrahi教授2014.4.8)

以色列屬沙漠氣候區，兼具高溫、寒冷(4-5℃即寒害)、強光日曬、極度缺水及高溫日燒。因此需遮陰及保溫，也發展出獨特之栽培模式。但其他地區如完全照其推薦方法去栽培紅龍果，可能有不良效果或反作用，例如遮陰在大部分亞熱帶地區為不必要，反而延遲著果。

越南為世界紅龍果最重要產地及外銷國，2012年為2.48萬公頃，產量48.66萬公噸，多數取得GlobalGAP。主要產區在東南之BinhThuan及湄公河三角洲之TienGiang。主要品種為白肉種，1997年南方果樹研究所(SOFRI)自台灣引進紅肉種進行育種，2005年Long Dinh#1及2命名。利用品種、燈照及藥劑，可全年生產，栽培上利用燈照為15-25天。產期調節的催花藥劑來自東南亞其他國家，有PROMOTE-H及VAC-VSL1。在刺座逐一施用藥劑，可迅速催花，但施用不當，果實有容易畸形，鱗片皺縮，果萼端開口大，果皮加厚等不良症狀。

圖3、越南之紅龍果之光照處理

中國大陸為紅龍果新興產區，產區遍佈華南各省，甚至利用北方大棚温室亦可見。目前中國大陸紅龍果商業化種植主要分佈在廣東的雷州半島地區、廣西的南寧和欽州地區、福建的漳州地區、海南的少量縣市、雲南省的保山、紅河以及貴州省的羅甸等地區。據估計，大陸紅龍果的栽培面積約為1.1萬公頃，廣西種植面積約為4千公頃。104年8月29日在中國紅龍果產業研討會已估計中國紅龍果種植面積已達100萬畝(約6萬6千公頃)。紅龍果種植主體以專業戶、農戶和公司為主。少部分紅龍果園具備簡易灌溉設施，基本無防寒設施。栽培生產無專用型肥料、有機肥用量偏低，使用生物菌肥仍處在嘗試階段。樹盤裸露無覆蓋居多。無標準化栽培的理念。管理基本靠人工，除了噴霧用小型噴霧及及農資運輸到產地外，機械化程度低。果品基本是鮮銷，不進行採後保鮮處理，亦未有較大量的深加工。

中國大陸紅龍果生產最大問題為低溫，於北回歸線以北的區域冬季常有接近0℃之低温，其冷害預防極為重要。每年12月中下旬至1月下旬的為冷害發生頻率較高的時段，通常做法是注意天氣預告，預測霜凍發生時間和強度，提前採用稻草或塑膠薄膜整株嚴密覆蓋，全園灌透水、熏煙等綜合措施。(資料自廣西農業科學院院園藝研究所火龍果研究團隊梁桂東研究員)

中國貴州是極為特殊之地，石漠比率高，近年來在貴州南部羅甸積極推廣紅龍果，已達6萬畝(4000公頃)，五年內希望達到10萬畝。柑桔研究所2001年開始引進，共6個品種(系)，在貴州省羅甸縣開花期爲5月-10月，在貴陽進行設施栽培近2畝。主要問題為冬季有輕微的凍害(凝凍寒害)，因此發展特殊之枝條管理方式，即春梢秋果。

表1、中國大陸主要紅龍果產區

號	省份	市縣	面積（萬公頃）	典型
1	廣西	南寧(邕寧、良慶、青秀)	0.40	欽州市； 防城港市華石鎮； 邕寧區蒲廟鎮； 百色市平果縣； 南寧市良慶區
		欽州(欽北、欽南)		
		防城港(防城、東興)		
		玉林(博白、陸川)		
		百色(田陽、平果、天等)		
		北海、崇左		
2	廣東	湛江市	0.32	湛江市遂溪縣； 湛江湖光鎮； 清遠市清新縣； 佛山三水等。
		肇慶市(高要)		
		清遠、陽江、惠州、河源		
		廣州(重化、花都)		
3	福建	廈門翔安、漳州、莆田	0.04	貴州羅甸縣等
4	貴州	貴州羅甸、貞豐	0.20	
6	雲南	雲南保山、紅河	0.01	
7	四川	四川元江	0.02	
8	海南	海南安定	0.07	
	合計	**中國**	1.09	**此數據為估計數據**

（資料自廣西農業科學院院園藝研究所火龍果研究團隊梁桂東研究員）

圖4、中國大陸紅龍果之防寒措施
(自中國廣西農科院園藝研究所梁桂東研究員)

圖5、中國大陸貴州紅龍果之防寒措施

馬來西亞之紅龍果栽培由開始、急速擴展至因病蟲害而嚴重衰退，極為特殊。馬來西亞自台灣引進紅龍果品種，開啟了在馬來西亞算是新興水果的栽培，但因氣候溼熱，加上初期病蟲害控制失當，數年之間，馬來西亞紅龍果罹病嚴重，旋即衰退至幾無產業，可説是現代之病害啟示錄。馬來西亞紅龍果具有自然全年生產之優勢，未來如能評估病害發生狀況，找尋病害快速傳播原因，協商處理與防治對策，規劃與建立新植栽區，測試生物性製劑，與台灣加強合作，未必不能再度蓬勃發展。

馬來西亞紅龍果之栽培品種及技術多來自台灣，苗期每柱植4株，生長超過水泥柱高度2/3時，短截促使萌梢，每株再留2-3個新梢，因氣候溼熱，

第一年就有8-12根枝條，植冠就很密，但也因高温，枝條極速老化，台灣可以撐到三年，馬來西亞或許第二年就得更新。馬來西亞紅龍果物候期與台灣不同，幾乎周年有花，抽梢期集中在雨季(10-3月)，當年生新梢12月即有花，至12/12園區內可見最小花苞約5-8 cm，可見有周年萌花的潛力。修剪可促使抽梢，短截可促使萌花，也可利用疏花分散產期。

泰國紅龍果栽培亦極普遍，台商及農技團協助擴展該產業，每年Kasetsart大學及其他農業展覽活動均可看到新品種。

澳洲為紅龍果新興栽培區域，品種栽培及技術有待開發，目前栽培面積約40公頃(50100株)，62.2%在熱帶之Northern Territory，產量約750公噸，產值225萬澳幣，以白肉種為主。Brisbane以紅肉種為主，黃龍種較少。最近有媒體報導越南之CT Group預定在澳洲種植1萬公頃之紅龍果。(資料自Yan Diczbalis, Centre for Wet Tropics Agriculture)

結　論

台灣在經過近30年的努力，品種及栽培技術仍有優勢，其中品種及技術擴展至大陸及東南亞影響深遠，但在初期開發階段，雖經研究人員及業界之殷殷期盼，希望政府投入經費加強研究，但並未獲得政府之支持，產業發展至一定規模後，政府才願意投入少量經費，可說是後知後覺又缺乏遠見，但亡羊補牢，猶未為晚，今後更應加強有系統育種及研究。但是目前紅龍果病蟲害愈加嚴重，足以催毀產業，馬來西亞可為殷鑑。除此，未來應加強加工利用之研究，開發加工產品外銷。同時培養以外銷為導向的‘栽培’規模，整合產業，保障品質，穩定產能。

誌　謝

感謝下列世界各地學者專家提供資料給筆者，包括以色列Yosef Mizrahi教授、澳洲Yan Diczbalis研究員、巴西Osvaldo Yamanishi教授、中國廣東華南農業大學王擇槐教授、中國廣西農科院園藝研究所梁桂東研究員及中華民國駐尼加拉瓜農技團王正隆專家等。

參考文獻

1. 劉碧鵑。2012。紅龍果的栽培與利用。鳳山熱帶園藝試驗分所編印。

2.顏昌瑞(主編)。2012。台灣熱帶新興果樹，國立屏東科技大學院農業推廣委員會編印，農業推廣手冊。

3.顏昌瑞、劉碧鵑。2013。台灣新興果樹選育及展望，p.187~192。台灣果樹育種研討會專刊，屏東科技大學。國立屏東科技大學農園系出版。

4. Hegyi, H. 1971. The edible fruited cacti. California Rare Fruit Growers Yearbook, Vol.3:39-50.

5. Le Bellec, F., F. Vaillant and E. Imbert. 2006. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): A new fruit crop, a market with a future. Fruits 61(4): 237-250.

6. Mizrahi, Y., A. Nerd and P. S. Nobel. 1997. Cacti as crops. Hort. Rev. 18:291-319.

7. Morton, J. E. 1987. Fruits of warm climates. 505 p, Miami, FL, USA.

8. Ortiz, Y. D. H., and J. A. S. Carrillo. 2012. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): a short review. Comunicata Scientiae 3(4): 220-237.

9. Ramiro Lobo 2007. Pitahaya (Dragon Fruit) Research & Production in California。

10. Tel-Zur, N., Y. Mizrahi, A. Cisneros, J. Mouyal, B. Schneider, and J. J. Doyle. 2011. Phenotypic and genomic characterization of a vine cactus collection (Cactaceae). Genet Resoures CropEvolution58: 1075-1085.

11. Zee, F., C. R. Yen, and M. Nishina. 2004. Pitaya (dragon fruit, strawberry pear). Fruits and Nuts 9: 1-3.

World Pitaya Production

Chung-RueyYen[1], Dinh Ha Tran[1], and Yi-Lu Jiang[2]

[1]Dept. of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology

[2] Department of Horticulture, National Chiayi University.

Abstract

Pitaya is native in tropical America, produced locally and popular in local market, some exported to North America and Europe. It is produced in Nicaragua (red pitaya), Columbia (yellow pitaya) and Ecuador (both red and yellow). After hundreds year, the pitaya is spread to most of tropical and subtropical area and become new potential fruit crop in past 3 decades. Professor Mizrahi led and started the pitaya research since 1984 in Israel. The achievement is significant and they have great contribution to the pitaya industry in the world. The products are exported mainly to Europe. Pitaya was introduced into Taiwan more than 300 years, however, the industry was only started after the introduction of new self-compatible varieties from Vietnam in 1980s. The pitaya area is about 1000 ha and the varieties and technology released here were further transferred to China and Southeast Asia. Pitaya has been in Vietnam more than hundreds years and recently boomed to 24.8 thousands ha and 486.6 thousand tons in 2012. Among them, 80% (20% of fruit and vegetables exported) was exported to China (71.5%) and other countries. The value of pitaya export was 0.203 billion in 2013. The main production area (some with Global GAP) is in BinhThuan and Tien Giang provinces (Southern Vietnam). First red flesh variety, Long Dinh 1, with red parent from Taiwan, was released by SOFRI in 2005. Lighting (15-25 days) is wide used to promote flower in Vietnam. Pitaya production in China, mainly in Guandong, Guanxi, and some extends to Guizou, increased rapidly in past decade and reached 10.9 thousand in 2013. Cold damage is the main problem in those northern area. Pitaya is produced in Thailand and Malaysia as well. However, humid climate induced serious pests and diseases which had hampered the pitaya industry in Malaysia. Most of varieties and technology either in China, Thailand or Malaysia are from introduced from Taiwan. Pitaya is a new and minor crop in

Australia and USA. Several growers are interested and trying some introduced varieties. There are about 40 ha (62.2% in Northern Territory) and 750 tons of white pitaya were produced in Australia in 2014. In United States, pitaya is only produced in Hawaii, South California and Florida. There are some activities supported by Rare Fruit Association in these area.

台灣紅龍果品種選育現況與未來展望

鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系　劉碧鵑
農糧署作物生產組果樹產業科　留欽培

摘　要

紅龍果(*Hylocereus* spp.)為近年擴展極為快速的新興果樹，自1983年農友陸續引進國外紅龍果種原在台灣栽培迄今，栽培面積逐年擴增，據農業年報統計(2014年)已近1千7百公頃。在30多年的種植歷史當中，幾位農民無論是趣味或是商業行為，紛紛在種間或屬間進行雜交與品種選育，使得台灣目前的品種豐富且多樣化，果皮及果肉色彩變化多端。

首先，為因應紅龍果品種選育性狀調查及品種權申請所需，本分所參考台大研究生資料，制定「紅龍果品種試驗檢定方法及品種性狀表」。截至2015年，已有五個品種提出品種權申請，其中‘昕運1號-蜜寶’已於2012年取得品種權，‘喜香紅’與‘三色龍’現正進行檢定作業中。

台灣目前紅龍果的生產品種，估計白肉與紅肉約佔4:6，其中白肉種產量與品質較為穩定；而紅肉種則多有授粉不良、果實大小不均與成熟期前的裂果等問題。本分所自2009年投入紅龍果品種選育工作，期能選育果肉色、果皮色更具多樣性、大果、短刺或無刺、風味優、具芳香、耐貯運的品種，來提供生產者栽培上的需要。利用越南白肉種、大紅、蜜龍與黃龍等4種親本進行屬間與種間雜交，101-103年度自200餘品系中初選98-3、3-4-5、3-10-7、4-12-5等不同肉色與皮色品系，2015年再複選3-4-5，已提出紅龍果‘台農1號-小甜甜’品種權的申請。

未來台灣紅龍果品種選育方向，除進行現有紅肉種品種品質上的改良之外，不同皮色與肉色品種將可增加市場多樣化與消費者新鮮感，並且屬間雜交種的果實口感較為清爽，將可吸引新的消費族群。再者，為因應產期調節的必要性，選育對光度(溫度)敏感低的品種也是方向之一，以錯開夏季生產高峰，提早或延後產期。

關鍵字：紅龍果、品種選育、性狀檢定

前　言

紅龍果(*Hylocereus* spp.) 英名為pitaya或dragon fruit，又名火龍果、龍珠果、芝麻果或仙人掌果，為仙人掌科(Cactaceae)多年生攀緣性肉質植物。仙人掌科族群頗大，包含122屬1600多種，具有肉質莖與多刺為仙人掌科的最大特色(9)。仙人掌科果樹依枝條的生長習性大致可分為：攀緣類、片狀及柱狀等三類。目前台灣商業栽培的仙人掌果主要為攀緣類，此類果實多需要支撐架讓枝條攀附向上生長，而後再使枝條下垂，即會開始開花結果，其所生產的果實即統稱為「紅龍果」。目前主要栽培品種為三角柱屬(*Hylocereus*)的白肉(H. *undatus*)及紅肉品系(H. *polyrhizus* & H. *costaricensis*)。另也有少量的西施仙人柱屬(*Selenicereus megalanthus* Brit & Rose.)英名為Golden pitaya或Yellow　pitaya.又名黃龍，它是屬於仙人掌科中果實品質較佳的一群，但台灣所引進栽培的其果皮帶有細刺，品質雖優於三角柱屬，但因果實較小(一般小於300g)，且外果皮密佈細刺，農友在栽培過程中常有被細刺刺傷的危險，管理上極為不便，再加上每年開花次數只有兩批左右，單位面積產值甚低，目前僅做趣味生產而已。

紅龍果的生長適應能力甚強，對土壤、氣候環境的要求較少，因此常為環境惡劣下所選擇的作物種類。種植方面，紅龍果利用成熟的枝條進行扦插繁殖即可迅速成園，加上幼年期短(最快種植約10個月即可量產)，每年產量可達15,000公斤/公頃以上，產期長又分散，果實耐貯運，植株耐旱及病蟲害少，是集鮮食、加工、觀賞、保健於一身等優良特性的果樹，近幾年在國內外均掀起種植的熱潮。除此之外，紅龍果的營養價值甚高，包括鈣、磷、鐵…等礦物質和維他命族群，另外並含有一般植物少有的植物性白蛋白、甜菜苷色素(Betacyanins)和高量的水溶性膳食纖維，是被評比為十大優質水果之一種。

紅龍果在台灣的栽培面積，2014年農業統計年報資料為1,676公頃，產地主要集中在台灣的中南部平地一帶。其中又以彰化縣二林鎮(304公頃)、南投縣名間鄉(65公頃)及台南市東山區(57公頃)較為集中，其中中部產區即佔全台總生產面積40％。其餘地區包括金門及澎湖離島(七美)亦都有商業栽培。2014年總產量38,965公噸，除供應內需之外亦有少量外銷，總外銷量158公噸，其中以中國大陸外銷量為最多(39,058Kg)，部份亦出口至日本、新加坡、香港及加拿大等地，每公斤出口單價平均72元。

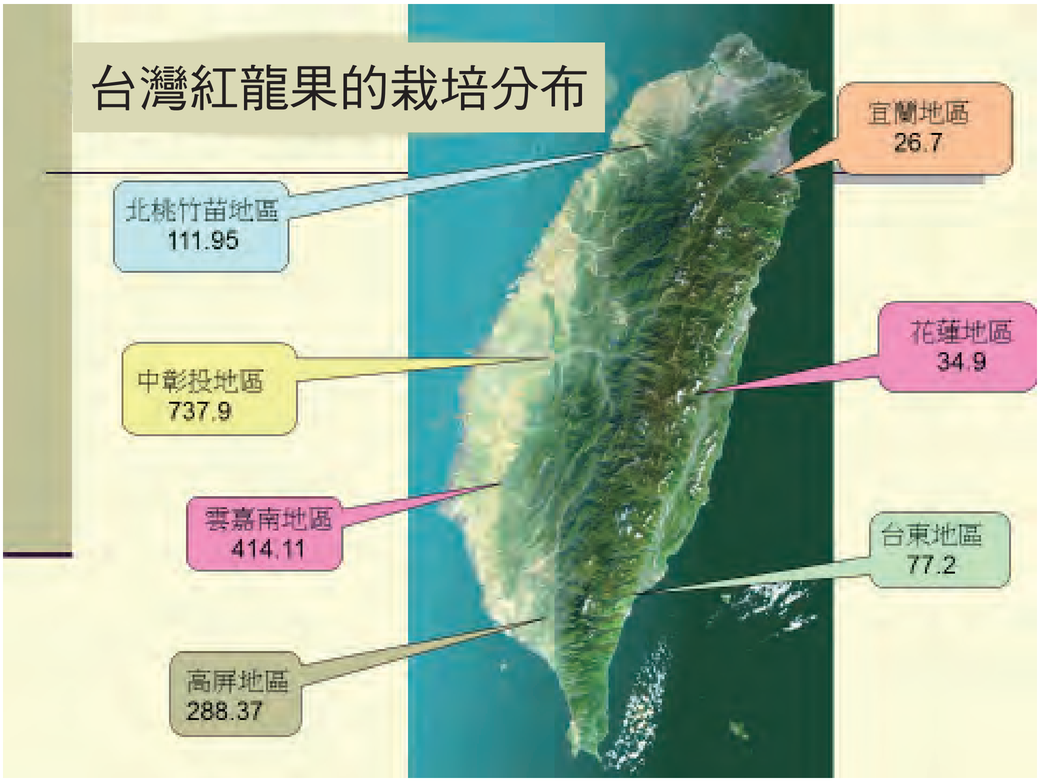


圖1、台灣紅龍果各區域生產概況與分布

圖2、近六年來台灣紅龍果的出口概況

台灣紅龍果的商業生產始於1983年，包括大里市陳塗砂；集集鎮石火泉、吳沛然；名間鄉芳露農場吳連芳等農友，再加上善化區王群光、施能文醫師等有心人士的推波助瀾，除直接引進越南及中南美洲等地的種原直接栽植外，同時亦進行雜交育種等品種選育工作，此時期蔚為民間紅龍果育種改良的熱潮，現今台灣的紅龍果種源豐富多樣化均出自上述農友之手。當時聞名的紅肉品種包括尊龍、潮州大巨龍、獅龍、香龍等。因部份種苗商以不實手法銷售實生種，以致農友所栽種的紅龍果品種不純，各果園所栽種的紅龍果實品質、果形、果皮色等參差不齊，或因需要異花授粉、轉色後即裂果等不良特性，在經近十幾年來的汰劣選優後，已逐漸將品種純化與統一。

紅龍果品種性狀檢定

依據「植物品種及種苗法」，取得紅龍果品種權需通過實質要件與形式要件的審查，其中又以實質要件的審查為要。實質要件包括在性狀上的表現上必須與對照品種具有一項以上的可區別性，並且在同一環境下栽植，個體間表現應具一致性，另經同樣的繁殖方法，擴大繁殖後各株間的性狀表現亦能維持不變。其中可區別性的對照品種如何選擇？可依據下列原則：1.各性狀表現最接近(差異最少)的品種；2.父母親本其中之一種；3.市場目前最為流通的品種(可與之明確區別)。檢定者若無法決定對照品種時，可於提送檢定品種說明書前提案，經送果樹品種審議委員會經委員審議後決定之。

紅龍果的性狀可分為數量(如果重、皮厚等)與質量(刺的形態、枝條木栓化的程度等)兩種，其中數量性狀易因取樣或受栽培管理的影響，其差異性表現較不客觀；而質量性狀理論上應是固定不變的，可區別的性狀較具參考價值。紅龍果品種重要的檢定性狀包括肉質莖先端形態：不具刺毛、具刺毛；先端色澤：綠色、紅色及其它；稜邊木栓化程度：無木栓化、刺座下半部木栓化、刺座周圍木栓化、完全木栓化；稜邊彎曲形態：直立不扭曲、扭曲；稜峰變化：不明顯、明顯、其它；稜邊木栓化線條顏色：白色、褐色、其它；披覆白色粉狀物及其分布情形：無披覆物且邊緣無木栓化、具V形條狀或帶狀斑的粉狀披覆物、具不規則散生狀披覆物、具片狀披覆物；刺座著生位置：於缺刻邊緣、於缺刻底部(凹陷處)、刺座處突起、其它；刺的類型：鉤狀刺、針狀刺、圓錐狀刺、其它；刺座形態：不具刺毛、具刺毛；刺數量(支)：少(≦3.0)、中(3.1-6.0)、多(≧6.1)；刺的顏色：黑褐色、紅褐色、淡褐色；刺的長度(mm)：短刺(≦2.0)、中刺(2.1-4.0)、長刺(≧4.1)；花朵末端外花被片

向軸面色澤：中間黃綠末端紅、中間米黃外緣深紅、中間黃綠外緣紅、其它；外花被片先端形狀：先端尖銳、先端圓鈍、其它；花開當日外花被片之形態：末端平整、末端反捲、其它；花瓣先端色澤：純白色、末端帶紅色、其它；花朵基部之外花被片色澤：以綠色為底、以黃綠色為底、以褐紅色為底、其它；外花被片邊緣及先端色澤：綠色為底，尖端稍帶紅褐、綠色為底，邊緣黃褐色線、邊緣及中心具紅線條但較淺、邊緣及中心紅線條甚為明顯；近花朵基部之較小外花被片形態：不具皺摺、皺摺狀、其它；花朵基部外花被片之包覆形態：包覆，花被片不分開、不包覆，花被片分開、其它；花朵基部外花被片先端形態：反卷、平整、其它；柱頭形態：柱頭粗短，末端不分岔、柱頭粗短，末端分岔、柱頭細長，末端不分叉、柱頭細長，末端分叉、柱頭高於花藥3cm以上、其它；花藥與柱頭相對位置：柱頭與花藥可互相碰觸、柱頭高於花藥1cm以上、柱頭高於花藥3cm以上、綻放前即外露、其它；柱頭顏色：黃綠色、淡黃色、其它；始花期-早、中、晚；自花不親和性：無、部分、有；果重(g)：極小(≦150)、小(≦151-250)、稍小(251-350)、中(351-450)、稍大(451-550)、大(551-650)、極大(≧651)；果皮重(g)；果形指數；果形：扁圓形、圓球形、橢圓形、長橢圓形、其它；果長(cm)：短(≦8.0)、中(8.1-15.0)、長(≧15.1)；果寬(cm)：小(≦5.0)、中(5.1-8.0)、大(≧8.1)；周徑(cm)：小(≦20)、中(20.1-35)、大(≧35.1)；果萼基部最大直徑(cm)：窄(≦1.5)、中(1.5-3.0)、寬(≧3.1)；果萼基部深度(cm)：短(≦1.0)，中(1.01-3.00)、深(≧3.01)；鱗片螺紋數：3：5：8、5：8：13、其它；鱗片長(cm)：短(≦2.0)、中(2.1-4.0)、長(≧4.1)；鱗片寬(cm)：窄(≦3.0)、中(3.1-5.0)、寬(≧5.1)；鱗片外部形態：披針形、盾形、三角形、其它；鱗片生長形態：向上直立不反卷、向外伸展但不反卷、明顯向外、先端萎凋、其它；鱗片與果皮交接處形態：全果光滑無刺、近基部稍有短刺、全果具刺；鱗片上若有短刺其脫落程度：不易脫落、易脫落、其他；果皮色澤：粉紅、紅色、紫紅、深紅、橙色、綠色、其它；果肉色澤：白色、淡紅色、粉紅色、紫紅色、深紅色、紅白雙色、其它；果心可溶性固形物含量(°Brix）：極低(≦14.5)、低(14.6-17)、中(17.1-19.5)、高(19.6-22.0)、極高(≧22.1)；全果可溶性固形物含量(°Brix）：極低(≦8)、低(8.1-11.0)、中(11.1-14.0)、高(14.1-17.0)、極高(≧17.1)；果肉脆度：鬆軟、脆感；果肉食用香氣-無香味、淡香氣、濃郁；果實轉色日數(日)：極早(≦25)、早(26-28)、中(29-31)、晚(32-35)、極晚(≧36)。上述除必要調查性狀外，總計含肉質莖11項、刺座6項，花朵與開花習性24項、果實外觀與品質30項、種子2項，共計73項。申請人在檢送品種說明書之性狀檢定

表時，需提供該品種主要差異性狀之彩色照片數張，以利各委員進行審查。

依植物新品種審議委員會暨再審查委員會組織審查辦法第八條規定，新品種檢定機構由行政院農業委員會指定一處為原則，必要時得依實際需要增加之。以紅龍果為例，進行紅龍果品種性狀檢定時，由檢定方參考新品種說明書直接至申請者試驗田，以至少完成兩期果的試驗檢定為原則，必要時得依實際需要由檢定機構決定延長。在進行性狀檢定的植株管理上，應依據品種說明書上所提供的栽培管理要點來進行，以維持植株正常生長狀態為原則，若無特殊需求則依慣行的栽培模式。特別是試驗檢定方法述明是以單柱式的栽植為準，但實際作業上只要對照與檢定品種的栽培模式是一致的即可。檢定品種的枝條採扦插苗或嫁接苗亦是繁殖方法一致的苗株即可。每一品種的檢定種植株數為15株以上，至少調查10株的統計資料。對照品種通常植於申請品種的隔排或隔行，以方便各性狀觀察。對於果重、可溶性固形物、裂果等檢定試驗結果，應以顯著性分析其差異性。

對於受檢植株其性狀必需調查項目，請參閱農糧署/農糧業務/種苗專區紅龍果新品種性狀檢定表(如圖3)，表列前方有顯示*號者為必要調查項目。各性狀的取樣調查標準，依部位別而有所不同，就肉質莖、刺及刺座而言，是以當季萌發的成熟肉莖(一年生的枝條)，取其枝條中段部位為準，超過2年生的枝條性狀已老化或退化，太嫩的枝條性狀則不穩定，不宜進行比較；花朵性狀為花器形態完整，排列整齊，於當晚10:00左右花徑最盛開之時來進行調查與記錄；果實與種子部位之取樣方式為，果實於花開當日進行異花授粉，統一於花後32天採收果實(若註明為早晚熟品種則依果色轉色程度予以調整，並紀錄花後轉色完成之日數)，花瓣任其自然脫落或花後20日去除，調查批次於頭批(第一期)至最末期各抽取兩批次所結的果實，每品種平均取20果，共計40個果之平均值；其餘則請參考性狀表填列說明來紀錄之。對於抗病性狀之檢定，則可委由病害試驗人員在可控制的環境下進行人工接種來檢定之。性狀檢定過程如有疑議之處，應由檢定機構或審議委員會參考相關國際規範處理。

申請品種權的品種特性介紹

目前提出品種權的計有‘昕運1號-蜜寶’、‘大紅’與‘喜香紅’與‘三色龍’、‘台農1號-小甜甜’等五個品種(依申請時間為序)，其餘的多是產地選育品系，較為知名的品種(系)有下列幾種。

紅龍果品種性狀表填列說明

一、肉質莖：調查當季萌發之成熟肉莖，取枝條中段部位	
性　狀	定　義
1.先端形態	參考圖 1.，調查嫩梢上刺毛的有無。
2.先端色澤	參考圖 2.，以肉眼比對肉質莖先端顏色
3.稜邊木栓化程度	參考圖 3.說明。
4.稜邊彎曲形態	參考圖 4.，調查肉質莖是否扭曲。
5.稜邊稜峰變化	參考圖 5.，以肉眼評量稜峰高低落差是否明顯。
6.稜邊木栓化線條顏色	參考圖 6.，調查稜邊木栓化線條之顏色，以肉眼比對標示
7.有無披覆白色粉狀物及其分布形態	參考圖 7.說明。
8.周徑(cm)	參考圖 29.，以皮尺測量枝條中段之周徑；小(< 12)、中(12~15)、大(> 15)。
9.刺座間距長度(cm)	參考圖 29.，以游標尺測量枝條中段刺座與刺座間之長度；短(< 2.5)、中(2.5~4.5)、長(> 4.5)。
10.稜邊厚度(mm)	參考圖 29.，以游標尺測量近枝條邊緣 1cm 處之厚度；薄(< 3)、中(3~4)、厚(> 4)。

圖3、紅龍果品種性狀檢定表之說明其一
(全文請查詢http://newplant.afa.gov.tw/)

植物類別	植物種類	品種名稱	申請人	公開案號	申請案號	申請日期	公開日期	國籍	權利狀態
果樹	紅龍果	昕運1號-蜜寶	昕運國際有限公司	787	0970128	097/11/25	097/12/10	中華民國	存續中
果樹	紅龍果	大紅	陳永池 蔡東訓	1083	0990135	099/12/07	099/12/28	中華民國	駁回
果樹	紅龍果	喜香紅	賴文化(指定送達人)．賴韋誌	1664	1020137	102/10/21	102/11/01	中華民國	審查中
果樹	紅龍果	三色龍	吳代琴	1891	1040011	104/02/12	104/03/02	中華民國	審查中
果樹	紅龍果	台農1號-小甜甜	行政院農業委員會農業試驗所	1948	1040068	104/06/08	104/06/30	中華民國	審查中

圖4、目前有提出品種權申請的紅龍果品種

1. ‘昕運1號—蜜寶’

圖5、昕運1號-蜜寶之果形

為昕運國際有限公司於2012年取得品種權的品種。其特點為：果形橢圓或圓球形，鱗片較白肉種短小，容易包裝、裝箱。果萼深度雖淺，但較其它紅肉品種不易裂果。八分熟果實果心可溶性固形物平均達18°Brix以上，肉質爽脆。果實貯運性佳(鱗片不易褐化)，耐貯放，室溫下有5天，以上的櫥架壽命。掛果期長，果皮轉紅後1星期不採果亦不易裂果。其枝條刺座稍長於白肉種，但短於紅肉種，所以在栽培管理、採果等作業操作上，為紅肉種中較不易被刺傷的品種。本品種需異花授粉，定位為外銷用栽培種，以輸銷國外市場為主。

2. ‘大紅’：

圖6、大紅果肉色呈現深紅色

果實大並且肉色深紅而得名，其為南投縣名間鄉陳永池與蔡東訓兩位果農於2010年共同選育並提出品種權申請的品種，但因不具新穎性而遭駁回。本品種係源自同鄉的吳連芳先生(芳露農場)，在其所售出的實生苗中，兩位果農歷經十多年來的選優汰劣所選育。本品種最大特色為具自花親和性，其柱頭與花粉距離短，所以，不需人工及異花授粉即可有中等以上的果形，且開花期間遇雨亦不影響著果(但果形仍會偏小)。平均單果重可達400g以上(南部地區盛夏時節較不耐熱，果實較小)。果形偏圓形，鱗片寬、短且薄，運輸上果皮不易因鱗片摩擦而有擦傷痕。八分熟果實果心之可溶性固形物平均可達19°Brix以上。果萼雖短，裂果率中等。當年發育的肉質莖較為下垂，具有不易被強風吹斷的優點。其缺點為果肉口感較不具脆感，皮薄，是故櫥架壽命亦較短。目前在紅肉品種中，本品種的栽培面積約佔有6成。

3. ‘喜香紅’

圖7、喜香紅果實之外觀

2012年由嘉義竹崎賴文化與賴偉誌兩位農友提出品種權申請的品種，其亦是自吳連芳的後代所售出的品種中選育出來者，果實具濃厚香氣為

其最大特色，果形橢圓，鱗片稍長會反卷，不易裂果(轉色後仍可掛果2星期)，具自花親和性，果心可溶性固形物平均18°Brix以上，全果糖度分布均勻，肉質爽脆，風味頗優。其缺點為鱗片易有煤煙的污染，且較不具光澤感。目前正進行性狀檢定作業中。

4. ‘三色龍’

2015年初由苗栗竹南蔡代琴農友自中南美洲引進的香龍與白肉的雜交後代所選育者，其果肉顏色呈現雙色的品種。其特色為果肉色會隨生育當時氣溫的高低而變化，其中5-7月所結的果實肉色與白肉種相近為白色；7-9月所結的果實其果肉色於近果皮處為粉紅色，但中心仍為白色(不明顯的雙色)；10-11月果肉近果皮處的紅色又更為鮮明，呈紅白雙色(呈色明顯)，11月中旬之後果肉又轉為粉紅。果實不具草腥味，口感甚為甜美。目前本品種正進行性狀檢定程序中。

圖8、三色龍果肉色呈現雙色變化情形

5. ‘台農1號-小甜甜’

為鳳山熱帶園藝試驗分所2007年在進行蜜龍與黃龍的雜交組合中，先初選4-12-5(黃皮無刺小果)品系，2015年再由4-12-5品系之實生後代中所選育者。其八分熟果實果心可溶性固形物可達18°Brix以上，全果糖度分布均勻，肉質稍脆，風味清爽，具香氣，口感佳。始花期於每年3月下旬，終花期於11月上旬，果實採收期自6月上旬至元月上旬結束。本品種果實小(平均果重約250g)，適合單人食用量，未來將以宅配通路為主。

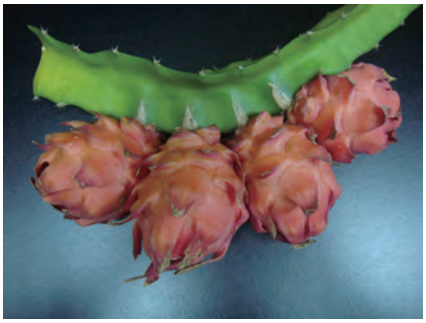


圖9、台農1號-小甜甜著果情形

紅龍果育種方法與程序

一、育種目標的訂定

紅龍果為近年廣為栽培的果樹種類，除早期的農友進行引種與育種計畫以外，目前各試驗改良場所亦投入不少人力來進行品種改良研究。育種主要

目的在解決現有栽培品種的缺失與品質、產量等問題，選育目標如下列所述。

1、自花親和性：紅肉種的花器形態(雌蕊常突出雄蕊超過1cm)不利於風或蟲媒授粉，甚至具自花不親和性，常因授粉不良而有果實小或消蕾的情形，經人工授粉雖可改善此缺點，但授粉作業耗費不少人力與時間，徒增生產成本，若能培育具自花親和性的品種，可確保紅肉種的產能與收益。

2、耐貯運：紅龍果除供應內銷市場外，每年的7-8月盛產期間仍有盛產滯銷的壓力，有辦理外銷來紓解的必要，但目前仍缺乏貯運性較佳的商業栽培品種，僅能從目前的栽培品種中選擇較耐運輸與貯放者。另近幾年國外市場對紅肉品種的需強甚殷，但早期國內紅肉紅龍果的栽植品種並未統一，各果園栽植品種五花八門，品質參差不齊，不利於後續外銷事業的集貨與果實品質的掌控。

3、不易裂果：部分紅肉品種如石火泉種、雙色種、富貴紅等，其果萼端較淺，當果實逐漸成熟肥大飽滿時，即有果萼開裂的情形，或是因果皮薄，當果實逐漸飽滿肥大時，即可能產生腹裂，商品價值大受影響。

4、果實風味優：早期引種的紅龍果未經選拔而多帶有草腥味，影響消費者的食用意願，現階段果實風味上除要求不具草腥味以外，更應具有香氣，讓紅龍果的口感更加豐富。

二、種源蒐集

欲改良該品種的性狀首先需具有該選育特性的親本，因此做雜交育種的首要工作為先蒐集特色品種與進行引種，了解種源的特性後，選擇生長勢較強與父母本組合。

三、親本的選擇

若根據前述的育種目標，可進行下列親本的雜交組合，目前所蒐集到的親本其特性分別為：1.越南白肉種：具自花親和、中大果、鱗片長、白肉、口感脆；2.蜜寶：紅肉、大果、鱗片短小、果皮亮、耐運輸、樹架壽命長；3.蜜龍：風味佳、紅肉、中小果種、產期長；4.黃龍：皮色黃、果實小、糖度高、酸度低、外皮具長軟刺、著果期較長、果實風味優，生長勢稍弱。

四、雜交育種

紅龍果品種改良計畫目前所採用的育種方法以雜交育種為主，並多採屬間雜交來增進品種的多樣化。其實施的步驟與方法如圖10.所示，首先進行擬定親本組合的授粉，如利用越南白肉種及蜜龍為母本，蜜寶及黃龍為父本，進行4種雜交組合的授粉，每一親本組合計授粉10朵花以上，收集該組合雜交種子後，培育其雜交後代。再於幼苗長約5cm時即取其嫩莖進行切接至成年枝肉質莖，讓雜交後代提早開花結果而後進行初選。隔年繼續培育嫁接苗，調查其生育特性與開花習性，進行開花性狀的初選：選拔雌蕊與雄蕊兩者較為接近的品系，其自花親和性機率較高。而於著果期進行果實品質調查分析：依據選育目標進行淘汰，本計畫主要選育果實風味優、糖度高(果心18°Brix以上)、大果(450g以上)、果皮無刺、枝條短刺、產期易於調控之品系。經初選4-12-5、3-4-5、9-10-7、98-3等品系。

表1、鳳山分所初選紅龍果品系之果實品質　　調查年度：103,7~10

品系代號＼品項	果重 (g)	果萼直徑 (cm)	果萼深度 (cm)	果心糖度 (°Brix)	全果糖度 (°Brix)	酸度 (%)	肉色	備註
4-12-5	90.5	2.2	0.7	18.0 ± 0.8	15	0.11	白　肉	黃皮且無刺
3-4-5	328.5	2.2	2	19.4 ± 0.6	12.5	0.17	紫紅肉	橙紅皮紅鱗
9-10-7	421.5	4.4	1.8	19.6 ± 0.8	13	0.25	紅　肉	紅皮短鱗
98-3	432.5	3.2	1.0	20.2 ± 0.6	13.6	0.21	粉紅肉	紅　　皮

圖10、紅龍果育種程序與做法

結 語

優良的種苗是果樹豐產的基礎，除了育苗管理技術之外，選擇適當的品種來栽植，更是關鍵果樹生產成敗的重要因子。果樹的品種與其品牌的建立，更進而與產地間所建立連結性關係，近年來在品種權專屬與非專屬授權關係的維護下，已有績效呈現。紅龍果在台灣的興衰猶如三溫暖般，1997年開始種苗業者大量推廣實生苗使產業迅速的掘起，2003年因實生苗所產生品質的變異與果形的混雜，栽培面積廢園棄耕大半，2008年後又因優質品種的選育與其純化，再度興起種植的熱潮。消費市場近年也因紅龍果健康、安全的形象與消費者對高品質紅龍果的需求甚殷，而帶動民間農友種植品種的選擇與品種育成的觀念。鳳山分所受命於2008年制定「紅龍果試驗檢定方法與性狀調查表」，次(2009)年並將紅龍果納入品種權保護的適用種類中，開啟了後續的品種權申請作業。紅龍果為近年廣為被農民更新種植的果樹種類，雖已有自花親和的品種出現，但早期品系無法自然授粉的品種仍不捨淘汰，以致仍有產量與品質不穩定的問題。未來台灣紅龍果產業經營方向，將從品種改良與更新(如調整紅肉種肉色，不同皮色及肉色，黃龍種無刺、大果，自花著果等特性來進行選拔與改良，更新汰換劣質品系(同時改善一園多品系之現況)及調節產期(研發低成本產期調節技術，錯開夏季生產高峰，提早或延後產期)，並從穩定果實品質，進行合理化施肥管理之研究與克服紅肉種著果率，積極培育具現代化果園經營能力的繼代果農，滿足消費者喜好新奇外觀或風味等方向來努力。

參考文獻

1、江一蘆。2005。攀附性仙人掌果品系分類、開花著果習性與修剪。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。

2、林春良、張明郎。2009。台灣植物品種權制度之建構與未來展望。植物種苗生技(17)：17-23。

3、徐萬德。2004。*Hylocereus spp.* 仙人掌紅龍果之栽培、生育習性及物候調查。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。

4、黃振才、丘傳興、溫曉欽。2003。仙蜜果幼樹生長與開花結果習性觀察。福建果樹129：27-28。

5、劉碧鵑(主編)。2012。紅龍果的栽培與利用。鳳山熱帶園藝試驗分所編印。

6、劉碧鵑。2014。紅龍果。臺灣熱帶果樹栽培品種專輯p115-128。鳳山熱帶園藝試驗分所編印。

7、劉碧鵑。2015。台灣紅龍果栽培品種介紹。園藝之友167：24-30。

8、顏昌瑞。2012。農業推廣手冊47.臺灣熱帶新興果樹-仙人掌科果樹。國立屏東科技大學農業推廣委員會印行・

9、Anderson, E. F., W. Barthlott, and R. Brown. 2001. The Cactus Family. Timber, USA.

10、Bauer, R. 2003. A synopsis of tribe Hylocerease F. Buxb. Cactaceae Systematics Initiatives 17:3-63.

11、Mizrahi, Y., A. Nerd., and P.S. Nobet. 1997. Cacti as crops. Hort. Rev. 8:291-391.

12、Morton, J. 1987. Strawberry pear. P.347-348. In: Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, FL.

13、Moore, J. N. and J. Janick. 1983. Methods in fruit breeding. 464pp. Purdue Univ. Press, West Lafayette, Indiana, USA.

14、Yen, C. R.(ed.) 2012. New tropical fruit crops in Taiwan. Agriculture Extension Committee, No.47, Natl. Pingtung Univ. Sci. Tech. ISBN: 978-986-03-4722-7. 66pp.

15、Yen, C. R. and P. C. Liu, 2013. Selection and prospects of new fruit crops in Taiwan, In: Lih-Shang Ke and Chung-Ruey Yen (eds.), Proceedings of the Symposium on Breeding of Fruit Crops in Taiwan. Natl. Pingtung Univ. Sci. Tech. Pingtung, Taiwan.

Present Breeding status and prospect of Taiwan Pitaya

Pi-Chuan Liu[1], Chin-Pei Liu[2]

[1]**Fengshan Tropical Horticulture Experiment Branch**

[2]**Fruit Section, Crop Production Division, Agriculture and Food Agency**

Abstract

Pitaya(Dragon fruit) is a fast developing fruit tree in recent years. Since introduction of overseas cultiva into Taiwan by farmers in 1983, it's cultivation area according to Farming Annual statistic(2012) is approaching 1000 hectares. During these 30 years period, regardless out of interest or commercial purpose, some farmers have engaged in cross species hybrid breeding and cultiva selection, which make present variety in Taiwan abundant and diverse in the skin and the fruit pulp color.

First, to meet needs in pitaya breeding selection feature investigation and variety patent application, our branch office has referred to the data from graduate student of University of Taiwan and take the assignment as pitaya test examination organization. Up to 2013 year's end, `Chi Yun No. 1 - MiBao' has obtained the variety patent in 2010, `Shi Shan Hun ' is under the test examination process, More farmers are preparing for application.

At present among the pitaya's production variety, the white meat and the red meat variety are of equal importance, in which the output and the quality of white meat plants is more stable, the improvement space are few; but the red meat plants pollination is not so good, fruit size uneven and pre-mature dehiscent fruiting issue, and it's cultivated variety is chaotic, difficult for farmers to choose. From 2009, our branch office has been working on dragon fruit variety breeding selection, expect to enable breeding of more variety in the color of skin and the fruit pulp, bigger fruit, short thorn or thornless, superior flavor, with fragrance, enduring in transportation to meet the planting needs of farmers. The breeding improvement uses breeding parent embody: the Vietnamese white meat variety , scarlet variety, the Milon variety and yellow skin and so on. From these 4 kind of parents to carry on the inter-species hybridization, during 101-103

primarily selected from 200 series 98-3, 3-4-5, 3-10-7, 4-12-5 with different pulp and skin color variety.

The future direction of Taiwan pitaya variety breeding selection, in addition to carrying on the existing red meat variety quality improvement, variety in different skin and pulp color might increase the market diversification and bring consumer fresh feeling, and the fruit of intergeneric hybrid taste more refreshing, might attract new group of consumers. Furthermore, there's necessity in adjusting production time to selectively breeds the low sensitive variety to luminosity (temperature) is one of our directions, in order to avoid the production peak of summer by advancing or delaying fruiting time.

Key words：pitaya、variety、breeding

紅龍果整合性產期調節技術

國立嘉義大學園藝學系　江一蘆
國立臺灣大學園藝暨景觀學系　楊雯如、林孟姿
儒園鮮果　洪兆濡

摘　要

紅龍果環境適應性廣，栽培管理模式化，經濟產值高，已是世界上發展較為成功的新興果樹。由於紅龍果為長日植物，在台灣自然產季之果實盛產期為7月到9月，凸顯產期調節策略對穩定紅龍果週年生產的重要性。因此本文著重在闡述紅龍果產期調節策略與現況。產期調節策略包括自然產季內產量分布的調節及非產季的果實生產。前者透過疏刪與短截修剪、植物生長調節劑，提高初期的產量，或是利用枝條年齡、疏花與儲藏技術，提高產季末的產量；後者則是透過夜間暗期中斷模式，調節生產冬春季果實。當然，透過屬間雜交育成冬春萌花品系也是一種解決途徑。近年來，藉由整枝修剪、疏花管理搭配夜間燈照進行整合型的產期調節模式已漸趨發展成熟；然而，許多產期調節所衍生的問題仍迄待解決，因此文中也提供可能的解決方案。

關鍵字：疏刪、短截、修剪、疏花、暗期中斷

前　言

紅龍果(*Hylocereus* spp.)屬仙人掌科(Cactaceae)，原生於中南美洲熱帶森林內，肉質莖上會萌生不定根，使其攀附樹木上。Anderson (2001)於The Cactus Family書中記載，部分*Hylocereus*物種曾發現於相當乾旱的林地中，這些植株僅能利用季節性的降雨維生。紅龍果原生棲地的差異性大，可見其對環境耐受性高，成為經濟果樹後，很快即遍佈熱帶及亞熱帶的國家，甚至在溫帶地區亦有以設施栽培者。紅龍果產季集中在夏秋季，為能生產高價值冬春果，國立屏東科技大學顏昌瑞教授首先發表，夜間燈照可促使紅龍果冬季萌花以生產冬春果，首開紅龍果產調技術之先河，行政院農業委員會台中區農業改良場在此研究基礎下，更開發出紅龍果冬果產期調節技術並辦理技術轉移，冬果生產上已有良好成效。紅龍果產期調節技術雖已研發推廣多年，但多著重冬果生產，為了完成周年生產的目標，生產高價的早春果實，仍有許多問題需要克服。本文，將概述紅龍果產期調節策略與現況，藉由植株整

枝修剪、疏花管理搭配夜間燈照進行整合型的園區管理方式，並簡述研究期間觀察到因產期調節所衍生的問題與可能的解決方案，冀求紅龍果穩定生產的週年調節模式。

紅龍果產期調節方式與策略

台灣紅龍果自然花期為4至10月間，果實產季於6至12月間，夏季盛產期間果實價格偏低，然而，利用產期調節技術所生產的冬春季果實售價高(圖1)。針對紅龍果的產期調節策略，可區分兩方面來論述(圖2)：

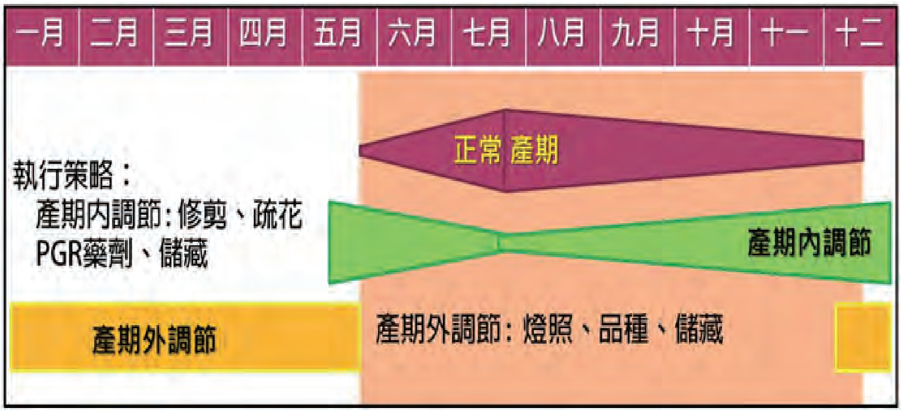


圖2、紅龍果產期調節策略模式圖

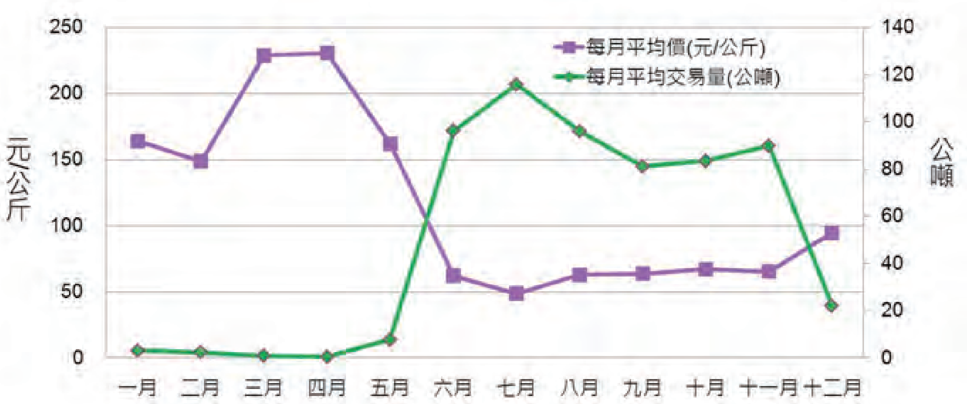


圖1.台北第一果菜批發市場2011月份-2013月份年紅肉紅龍果每月平均交易量(公噸)與平均價(元/公斤)。(數據計算自農產品交易行情站 http://amis.afa.gov.tw/default.asp)

其一、自然產季內產量分布的調節，透過疏刪與短截修剪、植物生長調節劑，提高產季初期的產量(5~6月)，或是利用枝條年齡、疏花與貯藏技術，提高產季末的產量(11~12月)；

其二、透過夜間暗期中斷模式，調節生產冬春季果實。另可透過屬間雜交育成冬春萌花品系或利用儲藏技術，也可達到此目的。

(一) 自然產季內調節

1、整枝修剪

紅龍果成園後，每年10月至隔年4月間行營養生長會大量萌梢，因此，每年都需整枝修剪，避免枝條過多相互遮陰而降低光合作用能力，也可增加植株的通風性以降低病害發生機會。此時可根據枝條萌芽習性，探討枝條年齡與萌花之關聯性，再行修剪，可提高枝條管理效率，達到調節成效。以白肉種紅龍果為例，植株越早修剪則越快抽梢，且較早抽梢的枝條成熟早，則有機會感受環境誘導，提早萌生花苞。在屏東高樹地區於11月與12月修剪，可分別於1月與2月大量抽梢，對照組主要於3月抽梢。1月萌發的枝條，於6月大量萌生花苞，而4月抽梢者，則需延遲至9月方可萌生花苞。以枝條年齡來看，將其區分成當年生新枝條與大於一年生的老枝條，可觀察到9月的晚期花都萌生在當年生的新枝條上(Jiang, 2005)。

整合來說，台灣紅龍果多於冬春兩季抽梢，欲提高自然產季早期的產量，須提早於11~12月進行修剪，促使萌發新梢，當枝條長至90-130公分間且已下垂，即可摘心或短截肉質莖遠軸端10%，此時若有萌發側芽則須盡早摘除，減少養分競爭，促使枝條更快成熟，可於春分過後，完成長日誘導，提早至4月萌花(圖3)。另外，為了調節晚期果的結果量，則需適當保留春季抽萌的枝條，以生產晚期果或為冬春產調果預作準備。

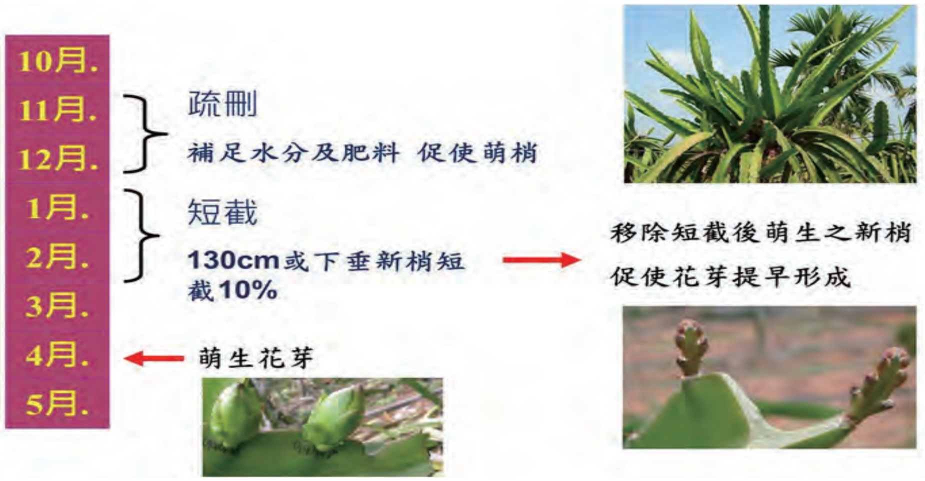


圖3、屏東地區白肉紅龍果枝條疏刪與短截修剪模式圖

2、間隔疏花

台灣紅龍果萌花季於4至10月，依植株狀況而異，這期間可萌發10多批次的花苞，了解紅龍果的萌花物候習性，搭配疏花作業，可使紅龍果花期平均分散，調整每批次萌花量，得以養成產季後期的花苞，更能提高冬季產期調節的成效。以白肉紅龍果為例，在屏東高樹地區連續疏花的試驗中，萌花物候期如(圖4)所示，持續疏花可提高產季中後期的萌花量；調查顯示，同一枝條持續疏花下，約10%的枝條可萌生4次花苞，超過40%的枝條萌生2次花苞，若是紅肉品系，超過2次萌花的比例會更高。據以色列研究報告顯示，花苞在5公分前疏掉，不會影響萌花批次與萌花量(Khaimov and Mizrahi, 2006.)。因此，在花期管理上，同一排植株，可採用分邊或分批疏花，減少植株的養分消耗，也不會因為同一側持續疏花，而消耗太多的刺座，進而穩定每一批次的萌花量。

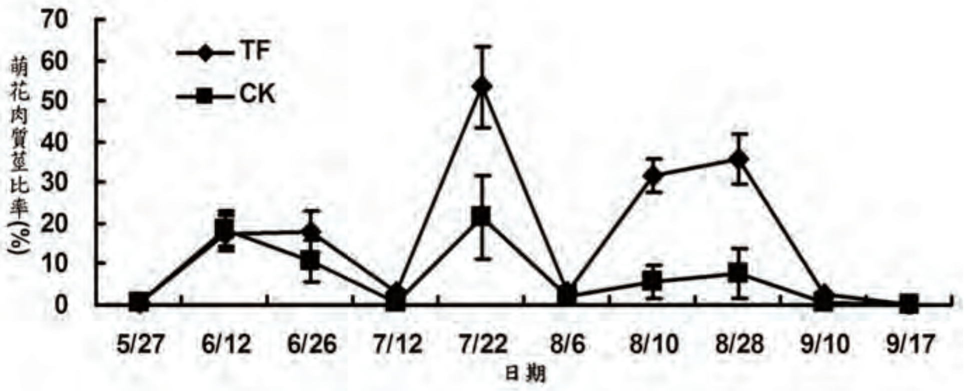


圖4、屏東高樹地區白肉種紅龍果持續疏花處理與對照組之萌花物候期。註:持續疏花處理(TF)；對照組(CK)同一枝條若萌生超過一朵花，僅保留一朵花使其著果

3、植物生長調節劑

以色列學術研究顯示，紅龍果花季來臨前施用激勃素可以延遲萌花，施用細胞分裂素則可提早萌花，然而，並不能改變*H. undatus*的萌花物候期，屬於產季內調整花期的方式，點出植物生長調節劑在花期調節應用上的可能性(Khaimov and Mizrahi, 2006；Khaimov, et al., 2012)。實際應用上，應屬東南亞的催花藥劑效果最為明顯，已有兩類的催花藥劑商品上市銷售。這藥劑實際應用上有許多限制點，使用上須逐一將刺座撥開再點施藥劑，工作效率差，使用上需要連續2-3天晴天，一旦下雨則無效，使用後容易造成畸形花(圖5)，即便結果後，商品價值也低。但是，若作為育種上使用，可促使不同物種同時萌花，以利雜交，更可作為花芽分化的研究工具。

圖5. 東南亞紅龍果藥劑催花後產生的畸形枝條、花(A和B)與果實(C)；藥劑效果強有使用的刺座都萌花(D)

(二) 產期調節生產冬春季果實

1、夜間燈照模式

紅龍果產期調節的設備，目前最普遍的是採用23 W的黃光省電燈泡(坊間有產調專用的燈具模組可供選用)，搭配2-4小時燈照，即可誘導花芽萌發(圖6)，相關架設資訊可洽詢農業研究單位，或參考鄰近農民所使用的方式即可獲得，以有效為前提，再探求施工便利且降低設備成本的架設方式。本文將著重在夜間燈照的規劃模式，越南是目前世界上最廣泛使用燈照進行紅龍果產期調節的國家，因產地緯度與氣候條件都適合紅龍果生長，若進行產期調節也相對容易萌花。筆者參考越南研究資料與實地參訪，提供越南的產調規劃模式。越南多採用水泥單柱栽種，燈照時僅採單側燈照(圖7)，一旦花苞萌出後(甚至有些在萌花前)即換邊燈照。首先確定果實採收的月份，往回推果實發育、開花與花芽發育所需的時間，加上評估該季節需燈照的日數，即可推算出何時開始燈照(圖8)。越南全年溫度落差小，時程推估容易，反觀台灣冬春產期調節果實，正值低溫期且時有寒流來襲，增添許多不確定因素。在屏東內埔地區紅肉種紅龍果，於99年10月下旬至12月下旬，以23 W省電燈泡暗期中斷3小時，燈照處理約3周後萌出第1批花苞，此後每間隔2周來1批，總計共來3批花苞。小花苞萌出後約3-4周開花，花謝後約8周才開始採收

。另於屏東長治紅肉紅龍果園，以相似架燈方式，於12下旬開始燈照，結果將近9周後，才萌出第一批花苞，又過了9周才採收果實。產期調節當時的溫度條件，乃是影響花芽與果實發育所需時間最重要的因素，冬季溫度過低，則不建議進行燈照產調。

圖6、紅龍果夜間燈照的果園狀況(儒園鮮果)

圖7、越南白肉紅龍果單側燈照的結果狀況

圖8、白肉紅龍果在越南燈照產期調節的規劃圖

2、育成冬春萌花的品系

產期外調節最根本的方式，乃是育成於冬春季節可自然萌花結果的品系，筆者到越南參訪南方果樹研究中心時，研究人員介紹，當地已從*Hylocereus*內雜交選育出紅肉品系，即使不夜間燈照，也可於早春開花甚至周年開花(圖9)。本研究室，利用黃龍果(*Selenicereus megalanthus*)能夠於早春萌花的特性與紅龍果進行屬間雜交，篩選出能夠早春萌花的橘皮紅肉雜交品系(圖10)，該品系可於12月至翌年2月份自然萌花。將來，值得持續進行屬間雜交，不僅維持黃龍果實超優品質的風味，且選育出適合冬春生產的雜交品系，以展延紅龍果的產期。

圖9、越南南方果樹中心育成可於早春(周年)萌花的紅肉品系

圖10、台灣紅龍果與黃龍果屬間雜交種，可於12-2月份自然萌花

紅龍果產期調節面臨的問題

近年來紅龍果產期調節技術漸趨成熟，改善以往成效不彰的問題，因此，產業應用上也越來越廣。伴隨著實際操作區域的增加，許多往常未曾出現過的問題也一一浮現，下文歸納幾個重要的現象，並提出可供參考的應對方法。

(一)冬季低溫障礙

在台灣冬季常有寒流來襲，常導致產期調節失敗，刺座內已形成的花原體，在低溫下呈現生長停滯而無法萌發，部分芽體甚至死亡，研究發現夜間溫度需要在15度以上進行燈照才容易萌生花苞。另外，冬季低溫會改變紅龍果夜間開花習性。於自然產季的花朵於18:00-20:00開始綻放，於01:00-02:00花徑最大，翌日清晨閉合(Hsu, 2004)，當花朵綻放前一天或當天遇到寒流，致使夜間溫度低於12℃時，就有可能使花朵延至白天綻放，且此時低溫會降低花粉活力與萌發，導致授粉不良，果實太小甚至落果的現象；此外，花朵於白天綻放，因冬季蜜源較少，會吸引大量蜜蜂取食花粉，甚至將柱頭上已授粉的花粉取走，影響著果。

為排除以上問題，針對部分自交不親和品系，需在白天將花朵以塑膠袋(杯)套住，並於白天溫度回溫後再行授粉，可先於開花當天下午提早將花粉取下冷藏備用；針對自交親和品系，僅需將花朵套住保護即可。

(二)產調萌花批次分散不集中

紅龍果產期調節的萌花物候期分散，燈照後斷斷續續萌花，沒有明顯的批次性，導致開花期拉長，少數自交不親和品系，須連續授粉7-10個晚上，且延長整個採收期，導致果園管理上的困難。為了提高萌花整齊度，須從枝條管理著手，在開始燈照處理前，除了養成飽滿健壯的枝條外，更須培養飽滿的芽體(圖11)，促使花芽集中萌發。

(三)營養梢競爭養分，春果產調效果不穩定

春季產調期間，植株正值營養梢萌發適期，暗期中斷處理若植株大量抽梢，容易因養分競爭而降低萌花枝條率。欲進行產調生產春果的植株，應只保留冬季所萌發的枝條，並在開始燈照後，隨時剪除正在抽萌的新梢，以利植株春季萌花。

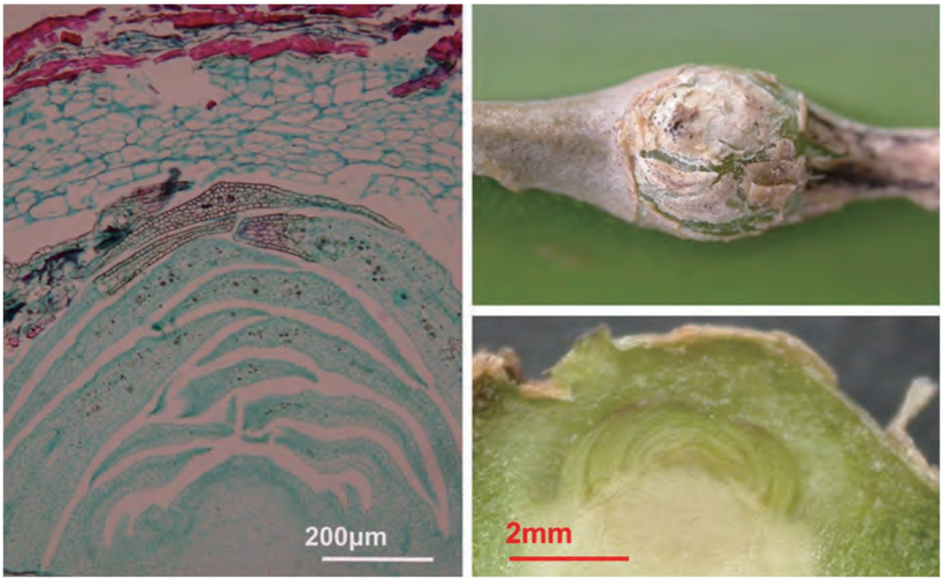


圖11、紅龍果即將轉變成花芽的飽滿芽體，左為芽體解剖圖，右上為芽體外觀圖，右下為芽體縱剖面

(四)枝條配比失衡，影響產調效果

紅龍果夏季結果期結束後，植株會抽萌新梢，成為來年的結果枝。若果園以燈照進行產期調節，則會影響枝條的萌發，尤其是冬果與春果都生產的果園，會因為持續產調下，新梢的萌發比例下降，果園枝條普遍老化且可供萌發的刺座數減少，而影響來年的結果量。建議可採用分區調節方式，欲生產冬果者，則保留春梢；欲生產春果者，則留置冬梢作為將來結果枝。再配合枝條萌花的習性，適當管理前一年抽萌的新梢，將可提供冬春果產調最佳的萌花枝條。

(五)產調果實品質變化大

紅龍果產調出來的果實，因天候狀態而影響果實品質甚鉅，冬春果實發育時節，溫度較低，再加上光照不足者，則果實酸度累積高，風味明顯偏酸。冬春果實發育時間長，常需在花謝後45天以上才可採收，若遇低溫寒流，則時間需延長更久，因掛樹時間長，也會導致果實雖轉色完成但已過熟，風味變差，甚至因低溫而使果皮轉色不完全；另一方面，部分易裂果品系，則因冬春果實碩大，掛樹時間長，在尚未轉色完全之前，就發生裂果的現象，降低果品價值。管理上，須仔細觀察與記錄天候狀況與每批果實適切的採收成熟度，做為來年參考，才可兼顧外觀鱗片鮮活度與果實風味品質。

(六)連續生產下枝條的營養狀態不佳

於屏東進行紅龍果連續產期調節試驗，該植株夏季期間正常著果，在同一批植株連續進行2年的燈照試驗，觀察到連續產調下，原本強壯枝條很快就變的瘦弱不堪，不僅影響果實品質也影響萌花狀況。生產者為了使產調果有更高的收益，往往會留存較多的果實，以至於植株養分消耗快，為使植株穩定開花結果，須施用有機質資材，如充分發酵的糞肥、有機肥等，營造出根系生長空間，強化根系，並給予足夠水分與肥料，以利根系吸收養分，供給植株與果實生長。另一方面，必須調整植株結果量，避免長期掛果，加速植株老化，進而影響生產。

整合型產期調節模式

紅龍果的產期調節試驗，多著重在燈照模式上的研究，包括燈照時間、光強度、光質、品系間的差異等，少數搭配修剪與加溫設施，藉此觀察產調的成效。本團隊在此研究基礎上，進一步區分枝條年齡，芽體發育狀態，搭配夜間燈照試驗，探討紅龍果產調不穩定的成因，更搭配修剪與疏花管理，提出紅龍果整合型產期調節管理概念(圖12)，此管理模式建議分區執行，同果園不建議同時生產冬春果實，期能穩定生產正期果與產調果。

(一)晚花調節模式，生產晚冬與早春果

為目前最廣泛使用的紅龍果產調技術，於秋末(中部地區)冬初(南部地區)進行夜間燈照，在植株生長狀態良好，燈照約2-3周即可萌花。鑒於先前試驗結果，晚期花多著生在新枝條上，因此在植株枝條配比上，新舊枝條比例約1:3，可以確保產調的穩定，有較高的萌花率與集中的萌花期。

晚花調節模式的萌花量決定於植株的營養狀態，與當時的掛果數量以及未結果的枝條數相關，為了提高萌花量，建議可疏掉或部分疏除最後1-2兩批花，降低著果量，減少植株負擔。一般情況下，白肉紅龍果，多於九月中下旬開始燈照，紅肉紅龍果，多於十月中下旬開始燈照，依地區不同需進行調整。冬果採收後，須盡速培養春梢，預作將來的結果枝。近年來南部自然萌花期已延長至十月中旬，若前年冬季有適當留梢，搭配夏季適當的疏花調節著果量，提高最後萌花批次的結果量，部分生產者，利用此產期內調節方式，以穩定晚期的萌花量。若再經過低溫冷藏技術，很容易就可將果實延至隔年一月再出貨，此舉不僅植株管理便利，且搭配早花調節模式，生產晚春果，同一果園即可同時收成冬春兩季果實，此為應用採後處理技術與產期調

節搭配的整合型模式。

(二)早花調節模式，生產晚春果

紅龍果於拍賣市場平均價最高月份，大致落在三至四月份間，全台出貨量少，也就說明此時節的產調困難度極高，考量區域溫度特性，中部地區生產四至五月份果實較有利，南部地區則可提早生產三至四月份果實，如此中南部地區可錯開果實產季，減少競爭。為能穩定生產春果，正期果結束後，適度疏刪修剪，修剪強度不宜超過全株枝條量的1/3，保留1-2年生的強壯枝條，待新梢長出後，保留最早萌發且最壯的新梢數根，爾後長出的小枝條則全數剪除，避免植株養分消耗。南部地區可於二月中旬開始燈照，中部地區宜於三月上旬再行燈照，可減少電費成本。早花調節模式，除了植株營養狀態的管理外，溫度是最重要的決定因素，倘若該年溫度較高，夜溫已超過15℃，則可提早燈照。採用此留梢與調節模式，可兼顧新舊枝條管理與早花產調模式。

結　論

紅龍果要達到周年穩定生產，除了要懂得利用修剪、短截、疏花與夜間燈照等技術外，也必須了解植株的生育特性，包括枝條的萌芽習性、萌花物候期、枝條年齡與萌花的關聯性、枝條上芽體的發育程度、溫度對芽體萌發與開花的影響等，才能在適當的時間下選擇對的方式進行處理，達成目的。本文概述近年來紅龍果花期調節的研究成果，以及產期調節所遭遇的問題，

圖12、紅龍果整合型產期調節概念圖。綠色區塊為進行燈照的月份

提出整合型的產期調節模式，但因各地氣候差異甚大，且植株管理模式不同，生產者僅須熟悉文內所提之原則與概念，搭配自己的田間經驗，修改出適合自己果園的產期調節技術，方為最佳的"紅龍果整合型產期調節模式"。

引用文獻

1.Anderson, E. F. 2001. The cactus family. Timber Press. Portland, OR.

2.Hsu, W. 2004. Investigations on culture, growth habits and phenology in pitaya (Hylocereus spp.). MS thesis, Natl. Taiwan Univ., Taiwan.(in Chinese)

3.Jiang, Y. 2005. Classification, flowering and fruiting characteristics, and pruning of climbing cactus. MS thesis, Natl. Taiwan Univ., Taiwan.(in Chinese)

4.Khaimov, A. and Y.Mizrahi. 2006. Effects of day-length, radiation, flower thinning and growth regulators on flowering of the vine cacti Hylocereusundatus and Selenicereusmegalanthus. J. Hort. Sci. Biotechnol. 81:465–470

5.Khaimov, A., O. Novak, M. Strnad, and Y. Mizrahi. 2012.The role of endogenous cytokinins and environmental factors in flowering in the vine cactus Hylocereusundatus. Israel J. Plant Sci. 60:371-383.

Integrated off-season production in pitaya

Yi-Lu Jiang[1], Wen-Ju Yang[2], Meng-Tzu Lin[2] and Zhao-Ru Hong[3]

[1] **Department of Horticulture, National Chiayi University.**

[2] **Department of Horticulture and Landscape Architecture, National Taiwan University.**

[3] **Ru-Yuan Fresh Fruit Orchard**

Abstract

The cultivation of vine pitaya has spread to tropical and subtropical regions throughout the world. Because of the long day plant nature, the fruit production concentrates between July and September, which reveals the importance of off-season production in stabilizing the year round production in pitaya. Therefore, the current article would focused on the strategies for integrated off-season production and the application current. The two strategies are production adjustment within the inductive season and fruit production in noninductive season. The former can be achieved by thinning cut, heading cut, pruning, and perhaps application of plant growth regulator for the enhance of early production, or by shoot age management, floral thinning and fruit storage for late production. The later was accomplished by applying night-breaking treatment to obtain winter and spring fruits in the noninductive season. In recent years, the development of an integrated production system through shoot pruning, floral thinning, and night-breaking for off-season production in pitaya was getting more matured. However, problems derived from integrated production system are often appeared. Therefore, some tips for trouble shooting would be mentioned in the content as well.

Key words：thinning cut, heading cut, pruning, floral thinning, night-breaking

紅龍果光周性與萌芽物候期

國立嘉義大學園藝學系　江一蘆
臺灣大學園藝暨景觀學系　廖苑吟、楊雯如

摘　要

紅龍果屬長日植物，在北半球每年5-10月間可以萌生數批花苞，產期集中於夏季。其臨界日長約為12小時，因此春、秋分為營養生長與生殖生長之轉折。甫成熟的紅龍果枝條進入春分，開始感應長日訊息進入生殖生長，依次完成花芽誘導、呼喚及分化而萌生花苞。未成熟的幼嫩枝條無感應日長的能力。在台灣南部，甫成熟的枝條在春分後9週完成花芽呼喚萌生花苞。肉質莖上雖具有很多刺座，除遠軸端萌花的刺座外，其餘刺座雖完成花芽誘導、甚至呼喚後受頂芽優勢抑制，處於靜止狀態。進入秋分後，刺座若未即時完成花芽呼喚並且萌出花苞，則持續靜止至春分以後才恢復芽體生長並萌花，部分芽體也可能受低溫影響而死亡。秋分過後，在台灣南部11月中旬前給予暗中斷，遠軸端芽體可以恢復發育、萌生花苞。早春肇因於溫度太低產期調節常常失敗，建議在夜溫回升至高於15℃或者提高夜溫，暗中斷處理的效果才會穩定。

關鍵字：花芽誘導、花芽呼喚、暗中斷、春分、秋分

前　言

紅龍果(*Hylocereus* spp.)屬仙人掌科(Cactaceae)，原生於中南美洲熱帶森林內，枝條會生出許多不定根，使其攀附於樹木上，在發展成果樹作物後，很快便遍及熱帶及亞熱帶地區的國家，諸如馬來西亞、泰國、越南，台灣，中國大陸、以色列等(Nobel, et al., 2004)。紅龍果產期，一般於5至11月間，集中於夏季。依據Luders和McMahon(2006)資料指出，紅龍果屬於長日植物(long-day plant)，在北半球，紅龍果植株每年5-10月間可以萌生數批花苞。為了確認紅龍果於長日下的萌花狀況，顏和張(1997)結果指出，於9月至隔年3月間，栽植於塑膠棚內的*H. undatus*植株，藉由燈照處理，延長光週到22:00，可以促使植株在冬季萌花，但開花量不穩定。Khaimov and Mizrahi (2006)的延長日長處理，無法促使植株萌花，得到光週期不影響紅龍果開花的結論。雖然在台灣，冬季燈照進行產期調節已推廣應用，但仍無法穩定生

產冬果，並且學理上迄今也無明確的數據得以證實其光週性(photoperiodism)。本研究室藉由田間搭設遮光網室，縮短夏季光週期，並搭配冬季暗期中斷，證明其光週性；並從早春開始，每月以短截促使芽體的萌發，探討各類新生芽體萌發物候期以瞭解紅龍果的開花生理。此外，也藉由芽體發育的變化，瞭解冬季產期調節的瓶頸，以解決問題、穩定產期調節產量。

紅龍果光週性

北半球紅龍果(*Hylocereu* spp.)主要開花期在5月至10月間，臺灣始花期為5月底，9月至隔年5月抽梢。老枝條上的刺座，於春分過後的自然長日環境條件，可誘導花芽分化，花季期間平均每隔10至15天會萌生一批花苞，自露蕾起約15至20天開花。縮短夏季日長(8小時)可抑制枝條遠軸端的刺座萌生花芽，而且促使枝條近軸端抽梢；這些枝條在9月秋分至12月冬至間給予4hrs暗期中斷，可以促使花芽形成，且夏季短日所誘發的新梢，經暗中斷處理後，也可萌生異時花(圖1)。此外，2009年9月17日到10月1日之間的暗中斷足以造成對照組和暗中斷處理的差異，顯見紅龍果的對光週長反應靈敏，臨界日長可能介於12.25到11.9小時之間。由此推論，紅龍果為長日植物，以春、秋分的為生殖生長的轉折；秋分過後，日長低於12小時，未進入花芽分化階段的芽體，即使在頂芽優勢解除後，仍無法萌生花苞，在給予暗中斷處理後，芽體可以恢復分化而萌生花苞，我們的數據顯示，所有植株在處理後皆可萌生花苞，但反應產量及果實品質則需以整棵植株開花枝條比例來評估，可調整暗中斷時數及光強度來調整開花枝比例，藉由控制開花比例來維持果實品質。以色列緯度高於台灣10度，回春後溫度較低，7月才進入花期、花期結束時間與台灣相同；馬來西亞及印尼靠近赤道(北緯1-3度間)的地區，日長週年變化在12.25到11.9小時之間，紅龍果幾乎可週年萌花(個人觀察)。

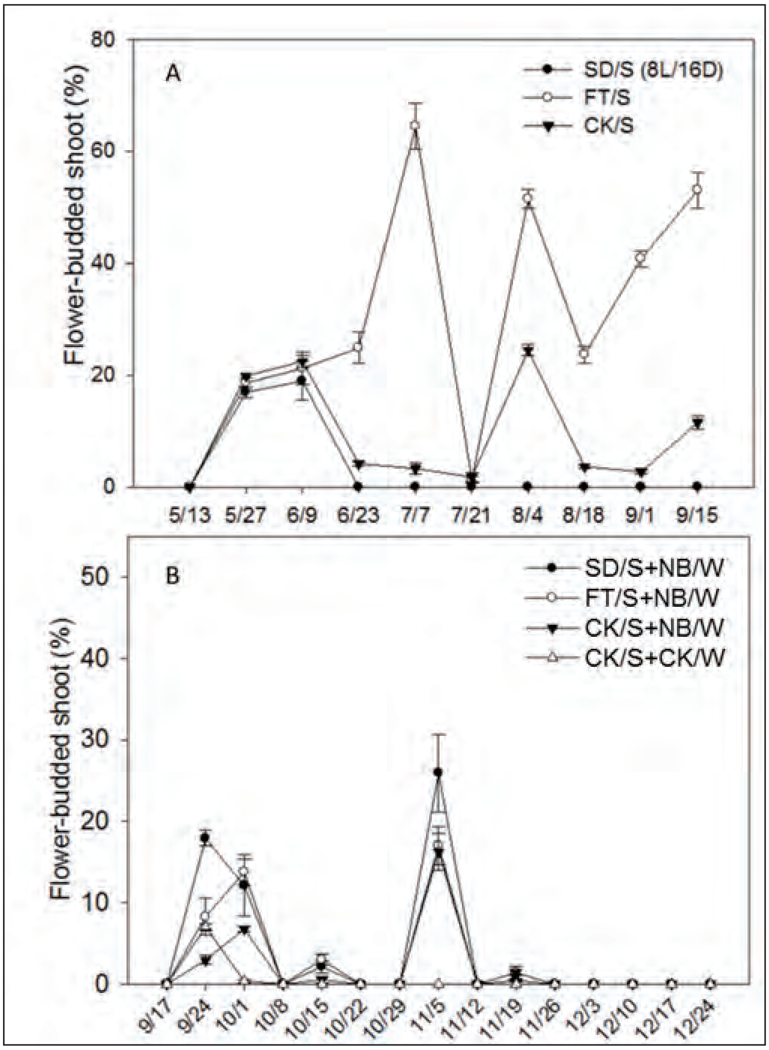


圖1、光周期對紅龍果花苞萌發的影響：(A)夏季短日(SD/S)及連續疏花(FT/S)處理的萌花率，對照組(CK/S)；(B)夏季處理之枝條在冬季給予暗中斷處理(NB/W)，冬季對照組(CK/W)。(數據摘自HORTSCIENCE 47(8):1063–1067. 2012)

Fig. 1. The photoperiodic response of floral bud formation in red pitaya: (A) shortening daylength (SD/S) and continuous floral bud thinning (FT/S) treatments in summer; (B) four hours of night-breaking treatment (NB/W) in winter. The summer and winter treatments were applied from 2 June to 2 Sep. 2009 and 17 Sep. to 21 Dec. 2009, respectively. The control plants (CK) did not receive any treatment. (Abstracted from HORTSCIENCE 47(8):1063–1067. 2012)

芽體發育程度與萌動速率

成熟的紅龍果枝條在進入春分後，開始感應長日訊息，完成花芽誘導、呼喚，爾後進入花苞分化及發育。短截處理可以去除枝條頂芽優勢，促使刺座迅速萌動，3月到5月之間典型枝條(S)、部分呼喚型枝條(PS)、部分呼喚型花苞(PF)，及典型花苞(F)同時出現，其中4月29日之前S及PS比例較高、在5月27日之後PF及F比例較高、且5月27日才算是第一批次F的正式開始、PF比例急速下降(圖2)，由此推論在南台灣，春分後9週為花芽呼喚完成的時間。此外，在春分後以CPPU促使芽體萌動，也獲得相近的結果。仙人掌花在頂芽轉變為花芽前，會先分化很多苞片，隨著苞片的增加，外觀上也會漸漸將膨大，據此芽體分四級(0-3)，營養芽為0級、萌生花苞前3級，由1-2級萌動的芽體會產生PS及PF，3級芽體則萌生出F。紅龍果枝條上的芽體在經過長時間夏季長日誘導，芽體已經完成花芽誘導，可以進入苞片分化的膨大階段，在進入秋分後，未達分化程度3級的花苞，仍可繼續分化，不受短日的影響，但花苞的萌發仍須長日，僅暗中斷處理者，可以萌花。

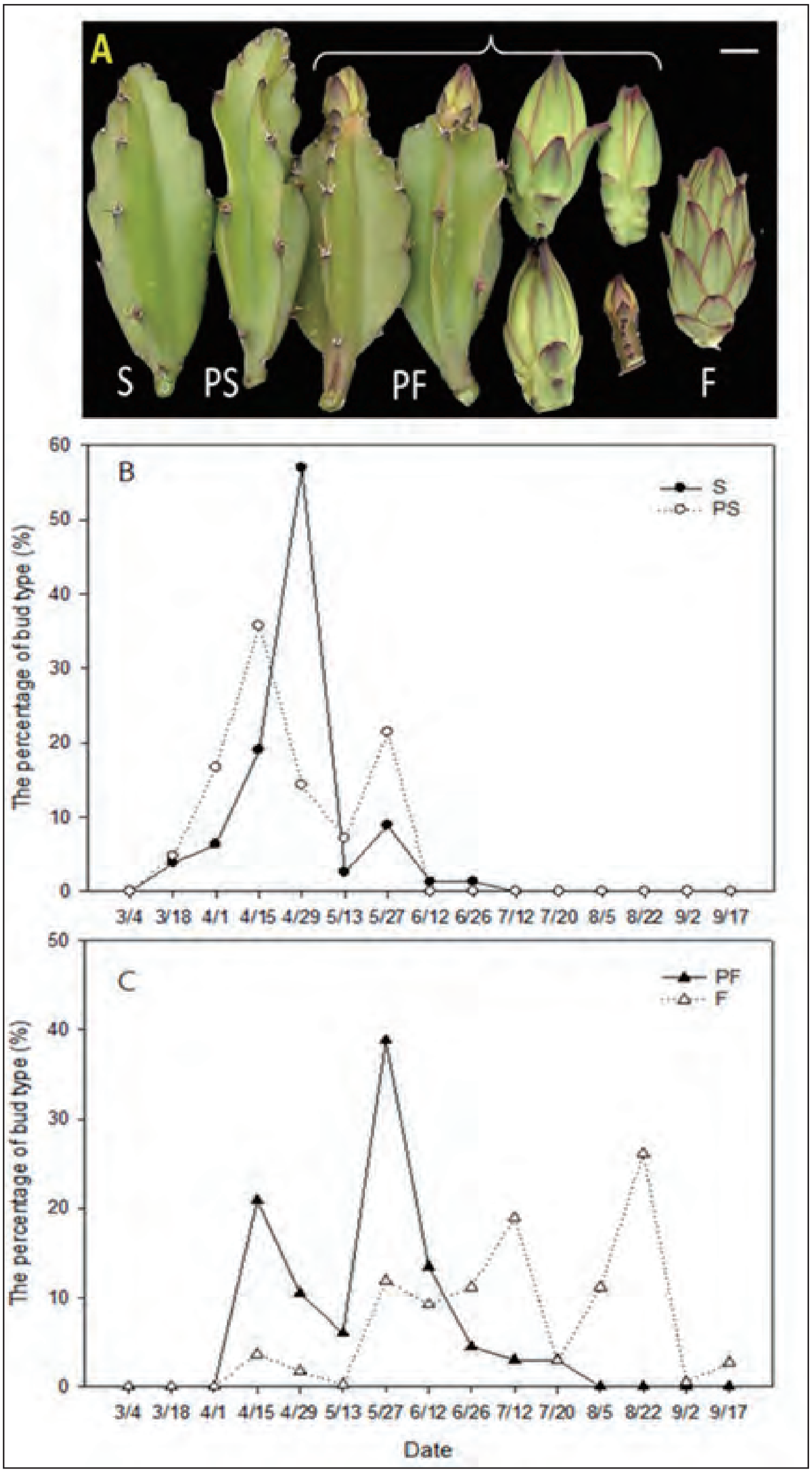


圖2、(A)春季萌發的四種紅龍果芽體；(B)正常枝條及部分呼喚型枝條的物候期；(C)正常花苞及部分呼喚型花苞的物候期。(數據摘自J. Taiwan Soc. Hort. Sci. 61(1):45-54, 2015)

Fig. 2. (A) The four types of pitaya buds emerged in the spring; (B) Normal shoot and Partial evocation shoot, (C) Normal flower and Partial evocation flower. S: normal shoot, PS: partial evocation shoot, PF: partial evocation flower, F: normal flower. (Abstracted from J. Taiwan Soc. Hort. Sci. 61(1):45-54, 2015).

苞的萌發仍須長日，僅暗中斷處理者，可以萌花。

暗期中斷施行時機

秋季每日暗中斷處理6小時，4周即有88%枝條萌花(表1)，且第一批次萌花中以分化程度高之芽體萌花枝率較高；為顧及果實品質及能源利用效率，降低暗中斷時數以維持50%枝條來花，可獲得較高品質的果實，既節省能源又可避免果實過小。冬季暗中斷處理3個月後萌花枝條率也可達88%(表1)，由於發育程度較高的芽體，對低溫較為敏感，在2月7日前多數死亡，多數花苞由發育程度較高的芽體在3月27日萌發，花期較為集中。在2月7日前芽體的萌動速率不明顯，從2月19日後變動速率加快；由於試驗期間的日溫及光強度都適合紅龍果生長，所不同者2月7日前夜溫多數低於15℃，2月19日後夜溫開始上升且鮮少低15℃，由此推論臺灣南部冬季暗中斷效果不穩定的原因可能肇因於低夜溫，因此建議若必要實行暗中斷處理，在2月中旬後開始

表1.紅龍果(*H. polyrhizus*)2011年春、秋季暗期中斷(NB)之抽梢與萌花。(數據摘自HORTSCIENCE 47(8):1063–1067. 2012)

Table 1. The effect of night-breaking treatment on the sprouting and flowering of H. sp. in the non-inductive period of 2011. (Abstracted from HORTSCIENCE 47(8):1063–1067. 2012)

	Accumulative percentage[z]		Average number[y]	
	Sprouting shoot (%)	Flower -budded shoot (%)	Sprout	Floral bud
	27/12/2010 – 20/3/2011			
NB	58.3±9.8 b	88.3±8.1 a	3.2±0.4 a	2.6±0.3 a
CK	98.3±1.6 a	0.0±0.0 b	3.1±0.4 a	0.0±0.0 b
	14/10/2011 – 10/11/2011			
NB	6.7±4.9 a	88.3±5.0 a	0.4±0.2 b	3.4±0.2 a
CK	21.7±6.8 a	0.0±0.0 b	2.1±0.5 a	0.0±0.0 b

[z] Total sprouting (flower-budded) shoot number / total shoot number

[y] Total sprout (floral bud) number / total sprouting (flower-budded) shoot.

處理，較符合經濟效應。具此推論，台灣南部在3月13日處理2週即大量來花。

結　論

綜合研究成果，我們認為紅龍果屬於長日植物(long-day plant)，在熱帶及亞熱帶交界的環境下，光週期試驗結果推估紅龍果的臨界日長(Critical daylength)約為12小時，剛好可以春(秋)分作為生長的轉換時間，春分後日長漸長於12小時以上，植株進入生殖生長，秋分後日長漸短於12小時，植株轉變為營養長生長而抽梢。在冬季紅龍果會自然萌發3稜的典型枝條(S)，於春夏交會之際則可見部分呼喚型枝條(PS)與部分呼喚型花苞(PF)，於4月中旬後典型花苞(F)開始萌發，在5月下旬過後則鮮少萌生枝條與部分呼喚型芽體，大都為典型花苞，由此推論在南台灣，於春分後完成花芽呼喚的時間大約需要9週。秋分後成熟枝條給予暗中斷處理可促使花芽萌發，在夜溫高於15℃以上，燈照4週可大量來花，夜溫低於15℃以下則芽體發育停頓，直到溫度回升後才恢復生長並萌花。

引用文獻

1.顏昌瑞、張鳳如. 1997.仙人掌紅龍果(*Hylocereus undatus Britt. & Rose*)之產期調節. 提升果樹產業競爭力研討會專輯III:163-170.

2.Jiang, Y., Y. Liao, T. Lin, C. Lee, C. Yen and W. Yang. 2012. The photoperiod-regulated bud formation of red pitaya (Hylocereus sp.). HortScience 47:1063-1067.

3.Jiang, Y. and W. Yang. 2015. The effects of heavy shading and flowering thinning in summer on off-season production in red pitaya (*Hylocereus sp.*). J. Taiwan Soc. Hort. Sci.) 61(2):69-77

4.Khaimov, A. and Y. Mizrahi. 2006. Effects of day-length, radiation, flower thinning and growth regulators on flowering of the vine cacti Hylocereus undatus and Selenicereus megalanthus. J. Hort. Sci. Biotechnol. 81:465–470.Nerd, et al., 2002

5.Luders, L and G. McMahon. 2006. The pitaya or dragon (*Hylocereus undatus*). Agnote 778, No. D42. Northern Territory Government.

6.Nobel, P. S. and E. De La Barrera 2004. CO_2 uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, Hylocereus undatus. Ann. Appl. Biol. 144:1-8

Pitaya photoperiodism and reproductive phenology

Yi-Lu Jiang[1], Yuan-Yin Liao[2] and Wen-Ju Yang[2]*

[1] Department of Horticulture, National Chiayi University.

[2] Department of Horticulture and Landscape Architecture, National Taiwan University.

Abstract

Pitaya is a long-day plant, which flowers in several flushes between May and October and produces fruits mainly in summer in the Northern Hemisphere. The critical day length of red pitaya was observed to be approximately 12 h, suggesting that the two switches between inductive and noninductive periods for red pitaya occur at the vernal and autumnal equinoxes, respectively. The immature shoots are not competent to response to the stimulus of long day length. In southern Taiwan, the newly matured shootsturn into reproductive phase through floral induction, evocation, differentiation and finally emergefloral buds about 9 weeksafter vernal equinox. Because of apical dormancy, numerous other areoles, except those that flowered, rested despite having already been exposed to adequate long-day length.After the autumnal equinox, the rested buds were unable to emerge as floral buds before the subsequent vernal equinox, and some of them did not survive the cold season. The induced but rested buds at the distal end may develop into floral buds if the NB treatment is applied in before middle November.According to the data of bud transformation and temperature variation in a winter trial in Southern Taiwan, a night temperature lower than 15 °C may limit bud development. Therefore, we concluded that NB treatment should be applied after mid-February in Southern Taiwan, when the minimum temperature seldom drops lower than 15 °C.

Key words: floral induction, floral evocation,night-breaking, vernal equinox, autumnal equinox.

Flowering biology and pollination requirement in red pitaya (*Hylocereus* spp.)

Dinh-Ha Tran, Chung-Ruey Yen, and Yu-Kuang H. Chen

Department of Plant Industry

National Pingtung University of Science and Technology

1 Shuefu Road, Neipu, Pingtung, Taiwan 912

Abstract

This study explored the flowering biology and effects of pollination methods ((hand cross-, hand self-, automatic self-, and open-pollination) on fruit set, and fruit characteristics in 4 red pitaya *(Hylocereus* spp.) genotypes: ['Vietnam White' ('VN-White'), 'Chaozhou 5', 'Orejona', and 'F_{11}'] in Pingtung, Taiwan. The fruit production season started from the beginning of May and ended at the beginning of September with 6-7 flowering cycles and 22-32 flowers/plant/year. The flowering duration took from 15-19 days and fruit duration spent around 30 -32 days. The relative location of anthers were lower than the stigma, except in 'VN-White'. 'VN-White', fully self-compatible, obtained high fruit set rates (80.0 - 90.5%) in all pollination treatments and the maximum fruit weight (402.6 g) in hand self- and (403.4 g) in open-pollination. 'Chaozhou 5' was partially self-compatible while 'Orejona' and 'F_{11}' were completely self-incompatible. Hand cross-pollination significantly increased fruit set and fruit weight in 'Chaozhou 5', 'Orejona' and 'F_{11}'. Total soluble solid (TSS) content was not influenced by pollination methods.

Key words：*Hylocereus* spp., flowering biology, self-compatibility, pollination requirement.

INTRODUCTION

Pitaya or dragon fuit (*Hylocereus* spp.) originated from the Americas (Barthlott and Hunt, 1993) and has a wide distribution in tropical and subtropical regions (Mizrahi and Nerd, 1999; Merten, 2003). It is increasingly gaining interest in many countries, including Taiwan, due to its high economic potential as an exotic fruit crop and its exceptional tolerance to extreme drought (Raveh et al., 1998; Mizrahi and Nerd, 1999; Nobel and De La Barrera, 2004). Fresh dragon fruit is good for human health, providing essential nutrients such as vitamins, minerals, complex carbohydrates, dietary fiber and antioxidants (Le Bellec et al., 2006). Agronomic practices are relatively easy and inexpensive, due to fewer pests and disease attacks (Mizrahi and Nerd, 1999; Zee *et al*., 2004; Le Bellec *et al*., 2006).

In the world, pitaya genotypes which are being grown on commercial scale belong to four species: H. *undatus*, H. *monacanthus* (syn. H. polyrhizus), H. *costaricensis* and *Selenicereus megalanthus* (syn. *H. megalanthus*), and their hybrids (Weiss *et al*., 1994; Lichtenzveig *et al*., 2000; Tel-Zur et al., 2004 and 2011; Ortiz *et al*., 2012). Regarding reproductive biology, most studies reported that pitaya has large, hermaphroditic nocturnal flowers. It belongs to the long day plant with natural fruit production during warmer months (Mizrahi and Nerd, 1999; Merten, 2003). In Israel, *H. polyrhizus* and *H. costaricensis* were indicated as self-incompatible, requiring cross-pollination to set fruit, whereas *H. undatus* and *S. megalanthus* were self-compatible (SC), setting fruit with self-pollination (Weiss et al., 1994; Nerd and Mizrahi, 1997). In contrast to the findings of Weiss et al. (1994), under the natural habitat in Mexico, *H. undatus* had the highest fruit set after both open and unmanipulated self-pollination (Valiente Banuet *et al*., 2007). However, there have been no comprehensive studies on the effects of pollination on the performance of *Hylocereus* spp. growing under other conditions.

In Taiwan, red pitayas (*Hylocereus spp*.) with white, red or purple pulp are widely cultivated. Because of their importance as exotic fruit crops, a collection of different genotypes of the genera Hylocereus has been planted at the Tropical Fruit Orchard, at National Pingtung University of Science and Technology (NPUST). The present work investigated flower morphology, flowering

phenology, and effects of pollination methods on fruit set and weight, TSS content in four typical or promising pitaya genotypes in order to determine their pollination requirement and to propose agro-management that can improve the efficiency of pollination, fruit quality and yield.

MATERIAL AND METHODS

2.1. Plant material and experimental sites

Four genotypes of pitaya (*Hylocereus* spp.) were used: 'VN-White' (*H. undatus*), 'Orejona' (*H. polyrhizus*), 'Chaozhou 5' and 'F_{11}' (*Hylocereus* sp.). The description of the four genotypes of pitaya used is presented in Table 1. Each plant was approximately 10 years old. The plants of these genotypes were intercropped with each other at NPUST. The experiment was conducted from May to September, 2013. The minimum and maximum daily temperatures during the experiment were 20.3°C (night) and 37°C (day), respectively.

Table 1. Descriptions of the four pitaya genotypes used for the pollination study

Genotype	Species	Fruit characteristics	Origin
'VN -White'	*Hylocereus undatus*	Oblong fruit with light-red peel, large scales, and white pulp	Vietnam
'Chaozhou 5'	*Hylocereus sp.*	Oblong-round fruit with dark-red peel, large scales, and violet-red pulp	Taiwan
'Orejona'	*Hylocereus polyrhizus*	Oblong fruit with dark-red peel, large scales, and violet-red pulp	Central America
'F_{11}'	*Hylocereus sp.*	Round fruit with dark-red peel, large scales, and violet-red pulp	Taiwan

2.2. Treatment and parameter measurements

2.2.1. Flowering biology

- Flowering phenoloy

Three plants for each genotype were monitored to determine flowering season, total flowers/plant/year, and the numbers of flowering cycles/plant/year. Flowers were considered as the same cycle when they opened on the same day. Five random floral buds for each genotype were labeled to identify duration of flowering and fruiting.

- Flower morphology characteristics

Size of five random mature flower buds for each genotype were measured and the flower morphological descriptors were identified at their fully opening stage. The descriptors and method of measurements are presented in Table 2.

Table 2. The flower morphological descriptors used in four red pitaya genotypes

Descriptor	Method
Mature flower bud size(cm)	Measure just before flower opening: Bud length, pericarpel length and width.
Sepal pattern	None, edged or striped
Petal color	White, yellowish green, yellow, creamor red
Stigma lobe color	Cream or green
Number of stigma lobes	Average number ofstigma lobes in 5 random flowers
Relative location of anthers and stigma	The distance between athers and stigma in fully opening flowers

2.2.2. Effect of pollination method

There were four pollination treatments. For hand cross-pollination, the anthers of mature flower buds were removed and the flowers were bagged before 14:00. These flowers were then hand-pollinated between 21:00–24:00 h

with a fresh mix of pollen from the other three genotypes and re-bagged. For hand self-pollination, mature flower buds were covered with bags before 14:00, and pollen from the same flower was applied to the stigma after the flowers opened between 21:00–24:00. To prevent open pollination, the selfed flowers were bagged, except during pollination until 3 days ago later. For automatic self-pollination, the flowers were covered with bags for 3 days ago to prevent cross-pollination. For open pollination, natural pollination was allowed to occur without any interference.

The experiment was arranged in a randomized complete block design with three replications for each of the four genotypes selected. In each genotype, 15–18 flowers from these three plants (5 - 6 flowers per plant) in a row was considered as one replication. All mature fruits obtained (depending on the fruit set of each treatment) were analysed for their weight and sweetness. The rate of fruit set (percentage) was calculated as: (Number of fruits / Number of flowers) × 100 %. Fruit weights were measured using an electronic balance (GF-6100, A&D Company, Tokyo, Japan). TSS content of fruit flesh was measured using a hand refractometer (model PAL-1, Atago, Tokyo, Japan) and the result was expressed as °Brix.

2.3. Statistical analysis

Differences among means in pollination treatments were ascertained with Duncan's multiple range test, using Statistical SAS 9.0 software (Staitical Analysis System, SAS Institute, Cary, N.C.).

RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Flowering biology

3.1.1. Flowering phenology

Dragon fruit belonges to the long day plant with natural flowering and production during warmer months (Mizrahi and Nerd, 1999; Merten, 2003). Under the conditions of Southern Taiwan, most genotypes tested started flowering in late April or early May except 'VN-White', which started in mid-May

(Table 3).

Table 3. Flowering season, flower cycles and numbers, flower and fruit stages in four red pitaya genotypes

Genotype	Flowering season	Flowering cycles/ year	Flowers /plant/year	Flowering duration (day)	Fruiting duration (day)
'VN -White'	3 month	6	22	15	31
'Chaozhou 5'	4 month	7	29	18	30
'Orejona'	3 month	6	26	18	32
'F_{11}'	3 month	6	32	19	32

Flowering season generally lasted three months including three flowering cycles. Only the flowering season of 'Chaozhou 5' continued for four months and consisted of seven flowering cycles. The flower number produced per plant in the year investigated varied from 22 to 32 (Table 3). The flowering duration ranged from 15 to 19 days and the fruiting duration generally took one month for all of the genotypes used (Table 3).

3.1.2. Flower morphology

The eight flower morphology descriptors are described in Table 3. The four genotypes tested have white-colored petals and cream colored stigma lobes. Three out of four genotypes have edged-sepal pattern except 'VN-white' (Table 4). 'Orejona' had the maximum mature bud size of 34.1±1.7 cm long, 14.5 ±0.2 cm of pericarpel length and 3.2±0.3 cm of pericarpel width whereas these minimum values were measured in 'F_{11}' with 28.6±1.6, 12.1±0.9, and 2.9±0.1 cm, respectively. The lowest number of stigma lobes was 21.7±3.8 per flower in 'Orejona', as compared with 28.0 to 28.7±1.5 cm in others. The upper part of the anthers located 1.7 cm (below the stigma) in 'Orejona', 1.5 cm in 'F_{11}' and 1.1 cm in 'Chaozhou 5', whereas the anthers in 'VN-White' were at the same height as the stigma. Similar to what had been found by Weiss et al. (1994), the position of anthers in three genotypes examined was lower than the stigma, although the distance varied between 1.1and1.7 cm (Table 4). The only exception is 'VN-White'. The anthers of 'VN-White' were at the same height as the stigma (Table 4).

Table 4. Morphological flower characteristics in four red pitaya genotypes Effect of pollination methods

Genotype	Mature bud			Opening flower				
	Bud length (cm)	Pericarp-el length (cm)	Pericarp-el width (cm)	Sepal patter-n	Petal color	Stigma lobe color	Stigma lobe number	Anthers below stigma (cm)
' VN -White'	28.6 ±1.7	13.4±2.0	3.2±0.1	none	white	cream	28.7±1.5	0.1±0.3
' Chaozhou 5'	29.7±3.6	13.3±1.2	3.2±0.3	edged	white	cream	28.2±1.6	1.1±0.5
' Orejona'	34.1±1.7	14.5±0.2	3.2±0.3	edged	white	cream	21.7±3.8	1.7±0.5
' F_{11}'	28.6±1.6	12.1±0.9	2.9±0.1	edged	white	cream	28.0±0.0	1.5±0.4

3.2.1. Fruit set

Fruit set resulting from different pollination treatments of each pitaya genotype is indicated (Table 5). 'VN-White' was fully self-compatible, obtained high percentages of fruit set (80.0–95.2%) in all pollination treatments and the fruit set rate was not affected by pollination method. 'Chaozhou 5' was partially self-compatible due to no fruit formation in automatic self-pollination and a lower fruit set rate (52.2 %) in hand self-pollination than open- and hand cross-pollination with 71.1 and 95.8 %, respectively. In contrast, 'Orejona' and 'F_{11}' were completely self-incompatible, only setting fruit by hand cross-pollination or by open-pollination. While 'Orejona' exhibited higher fruit set by hand cross-pollination than that of open pollination, 'F_{11}' set fruit equally well by both pollination treatments. When hand cross-pollination and open pollination was compared, hand cross-pollination always had higher fruit set regardless of genotype.

Table 5. Effect of pollination method on fruit set (%) in four pitaya genotype

Genotype	Hand cross-pollination[#]	Hand self-pollination	Auto. self-pollination	Open pollination
VN -White	85.6 a A[†]	95.2 a A	80 A	90.5 ab A
Chaozhou 5	95.8 a A	52.2 b C	–	71.1 bc B
Orejona	88.4 a A	–	–	61.1 c B
F_{11}	90.2 a A	–	–	91.7 a A

[#] Crossing with mixed pollen from the other three genotypes.
[†] Values are the means of three replications per treatment (n = 45–54). Mean values followed by the same lower-case letter in each column, or with the same upper-case letter within each row were not significantly different at P ≤ 0.05 by Duncan's multiple range test.
–, no fruit set.

Weiss et al. (1994) concluded that self-incompatible species had high fruit set after being cross-pollinated. This finding was also true for two of our genotypes. However, Weiss et al. (1994) reported that self-compatible species (*H. undatus*) had lower fruit set percentage after open- pollination (43%) than hand cross-pollination (100%) and no fruit set in automatic self-pollination. This is contradictory to what we found. These differences may be due to the anthers and stigma being close in VN-White and at least 2 cm apart in the H. undatus clones they used. Because their H. undatus clones did set fruits using hand self-pollination, (50-79.6%), it appears that pollen vectors are necessary for their clones. VN-White is completely autogamous, possibly due to its long selection in Vietnam.

3.2.2. Fruit weight

The fruit weight was differently affected by pollination treatments among genotypes (Table 6). In fully self-compatible genotype 'VN-White', the heaviest fruits were obtained from hand self- and open-pollinations with 402.6 and 403.4 g, respectively, whereas automatic self-pollination produced the lightest fruit and hand cross-pollination resulted in the intermediate values. In contrast, in the other three partially–completely self-incompatible genotypes, hand cross-pollination produced significantly larger fruits than open-pollination, which ranged from 281.8–416.3 g, compared to 145.0–295.8 g, respectively.

Table 6. Effect of pollination method on fruit weight (g) in four red pitaya genotypes

Genotype	Hand cross-pollination	Hand self-pollination	Auto. self-pollination	Open-pollination
VN -White	326.1ab†	402.6 a	275.1 b	403.4 a
Chaozhou 5	374.2 a	251.4 b	–	295.8 b
Orejona	281.8 a	–	–	149.2 b
F_{11}	416.3 a	–	–	145.0 b

† Values are the means of three replications per treatment (n = 24–49, all mature fruits obtained from the same treatments shown in Table 5 were measured). Mean values followed by the same lower-case letter in each row were not significantly different at $P \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test.
- no fruit set.

The efficiency of pollination is reflected by fruit set and weight. Fruit weight in cacti was correlated with the number of seeds (Weiss et al., 1994). Open-pollination gave poorer fruit set, compared with that of hand cross-pollination in 'Chaozhou 5' and 'Orejona', and smaller fruit in 'Chaozhou 5', 'Orejona' and 'F_{11}'. However, these two treatments did not affect fruiting in 'VN-White' (Table 5 and Table 6). One explanation for this difference could be the differences in the mating system related to the relative location of the anthers and stigma.

3.2.3. Total soluble solid content

There was no significant difference in TSS content between hand cross- and open-pollination in 'Orejona' (17.5 and 17.0°Brix) and 'F_{11}' (17.1 and 17.7 °Brix), respectively (Table 7). However, this parameter tended to have higher values in smaller fruits of other genotypes. In 'VN-White', auto self-pollinated fruits contained 19.4 °Brix, as compared with 18.2 °Brix in hand self- and open pollinated fruits whereas 'Chaozhou 5' fruits obtained 18.4 °Brix in hand self- and 18.7 °Brix in open-pollination, as opposed to 16.7 °Brix in hand cross-pollination.

Table 7. Effect of pollination method on TSS content (°Brix) in four red pitaya genotypes

Genotype	Hand cross-pollination	Hand self-pollination	Auto. self-pollination	Open-pollination
VN -White	18.8 ab[†]	18.2 b	19.4 a	18.2 b
Chaozhou 5	16.7 b	18.4 a	-	18.7 a
Orejona	17.5	-	-	17.0
F_{11}	17.1	-	-	17.7

[†] Values are the means of three replications per treatment (n = 24–49, all mature fruits obtained from the same treatments shown in Table 5 were measured). Mean values followed by the same lower-case letter in each row were not significantly different at $P \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test.

- no fruit set.

CONCLUSIONS

The natural fruit season of dragon fruit in Pingtung is concentrated in 3 summer months, from June to August with 6-7 flower cycles and 22–32 flowers/plant/year. It takes 46 to 51 days for flowering-fruit harvest duration. 'VN-White' was fully self-compatible and produced high fruit set and fruit weight by both open- and hand self pollination, which will lead to an advantage in single cultivar orchards without the need for manual supplementary pollination. Three red flesh genotypes: 'Chaozhou 5', 'Orejona' and 'F_{11}' are partially self- or completely incompatible, requiring cross pollination to set fruits. In cases of natural pollination inefficiency, hand cross pollination will ensure higher fruit set and heavier fruit weight in these three genotypes.

ACKNOWLEDGMENT

The authors thank reviewers for valuable suggestions and extensive revision.

REFERENCES

1.Barthlott, W. and D. R. Hunt. 1993. Cactaceae. In: The families and Genera of

vascular plants, K. Kubitzki (eds). NewYork: Springer-Verlag, p.161-197.

2.Duncan, D. B., 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11:1-42.Le Bellec, F., F. Vaillant and E. Imbert. 2006. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): A new fruit crop, a market with a future. *Fruits* 61(4): 237-250.

3.Lichtenzveig, J., S. Abbo, A. Nerd, N. Tel-Zur and Y. Mizhrahi. 2000. Cytology and mating systems in the climbing cacti *Hylocereus* and *Selenicereus*. *American Journal of Botany* 87(7): 1058-1065.

4.Merten, S. 2003. A Review of *Hylocereus* Production in the United States. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 5: 98-105.

5.Mizrahi, Y. and A. Nerd. 1999. Climbing and columnar cacti. New arid land fruit crops. In: *Perspective in new crops and new uses*, J. Janick (eds), Alexandria: *American Society for Horticultural Science Press,* p.358-366.

6.Nerd, A. and Y. Mizrahi. 1997. Reproductive biology of cactus fruit crops. *Horticultural Reviews* 18: 321-346.

7.Nobel, P. S. and E. De La Barrera. 2004. CO_2 uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. *Annals of Applied Biology* 144 (1): 1-8.

8.Ortiz, Y. D. H., and J. A. S. Carrillo. 2012. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): a short review. *Comunicata Scientiae* 3(4): 220-237.

9.Raveh, E., A. Nerd, and Y. Mizrahi. 1998. Responses of two hemi-epiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. *Scientia Horticulturae* 73(2-3): 151-164.

10.Tel-Zur, N., S. Abbo, D. Bar-Zvi, Y. Mizrahi. 2004. Genetic relationships among *Hylocereus* and *Selenicereus* vine cacti (Cactaceae): evidence from hybridization and cytological studies. *Annals of Botany* 94: 527-534.

11.Tel-Zur, N., Y. Mizrahi, A. Cisneros, J. Mouyal, B. Schneider, and J. J. Doyle. 2011. Phenotypic and genomic characterization of a vine cactus collection (Cactaceae). *Genet Resoures Crop Evolution* 58: 1075-1085.

12.Valiente Banuet, A., R. S. Gally, M. C. Arizmendi, and A. Casas. 2007. Pollination biology of the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus* in the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Arid Environments* 68(1): 1-8.

13.Weiss, J., A. Nerd, Y. Mizrahi. 1994. Flowering behavior and pollination

requirements in climbing cacti with fruit crop potential. *HortScience* 29(12): 1487-1492.

14. Zee, F., C. R. Yen, and M. Nishina. 2004. Pitaya (dragon fruit, strawberry pear). *Fruits and Nuts* 9: 1-3.

紅龍果開花生物學及授粉需求之研究

屏東科技大學農園系　陳丁河、顏昌瑞、陳幼光

摘 要

本研究探討四個紅龍果基因型在屏東的開花生物學及授粉方法(人工雜交、自交、自然自交及開放授粉)對著果及果實性狀之影響。其開花期約在5月初至9月初之間，每年每株有6-7批花以及22-32朵花。花苞孕育期約15-19天，而果實生長期約30-32天。除了‘越南白肉’之外，其它品種花藥的相對位置均低於柱頭。完全自交親和之‘越南白肉’在所有授粉處理中均有高的著果率(80.0 – 90.5%)，且在人工自交及開放授粉下有最大果重。‘潮州5號’為部分自交親和，而‘Orejona’及‘F_{11}’為完全自交不親和。人工雜交授粉顯著增加‘潮州5號’、‘Orejona’及‘F_{11}’之著果率。授粉處理對果肉可溶性固形物並無顯著影響。

關鍵字：紅龍果(*Hylocereus* spp.)、開花生物學、自交親和性、授粉需求

紅龍果莖潰瘍病病原特性及防治研究

行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所　倪蕙芳、楊宏仁、黃巧雯、林靜宜
行政院農業委員會農業試驗所植物病理組　林筑蘋、安寶貞、蔡志濃

摘　要

紅龍果為我國新興果樹，已知病害除了有由病毒引起的病毒病害外，尚有由 *Biporlaris*、*Alternaria*、*Fusarium*、*Phomopsis* 及 *Penicillium*引起之果腐病；由 *Colletotrichum* 引起之炭疽病；由 *Gilbertella persicaria* 引起之濕腐病以及由 *Neoscytalidium dimidiatum* 引起之紅龍果莖潰瘍病(pitaya stem canker)，其中莖潰瘍病為近年來紅龍果最重要之病害，嚴重限制紅龍果的生產。本病害已普遍在全台紅龍果產區中蔓延，初期在莖部呈現小黃點，後漸擴展為橘色及褐色斑並產生突起之柄子器，嚴重時會導致莖部腐爛及果實乾腐裂果。本研究於田間接種 *Neoscytalidium dimidiatum* 分生胞子於紅龍果植株莖蔓上，結果顯示不論是否進行傷口接種，紅龍果肉質莖均會於接種後2週顯現初期潰瘍病徵且新稍為主要感染時期；25–35℃為本病原菌絲生長之最適溫，25–40℃為分生胞子之發芽適溫。室內藥劑篩選發現賽普護汰寧、亞托待克利及得克利等藥劑處理皆可有效抑制菌絲生長，而在免得爛、三氟敏、百克敏、亞托敏、亞托待克利及克熱淨等藥劑稀釋溶液處理下則可顯著降低病原菌之胞子發芽率。前述藥劑皆已推薦於紅龍果炭疽病之防治，可作為田間防治紅龍果莖潰瘍病之用。綜合言之，本病之防治方法為使用健康種苗、注意田間衛生，確實清除罹病組織、發病園勿使用上方噴灌以避免病原傳播以及使用化學藥劑防治等。

關鍵字: 紅龍果、莖潰瘍病、防治

前　言

紅龍果(*Hylocereus* spp.)又名火龍果、龍珠果、仙蜜果或半攀性仙人掌，於2008年經果樹品種審議委員會正式統一定名為紅龍果。其屬於三角柱屬(*Hylocereus*) 之多年生攀緣性多肉植物，為台灣近年來的新興果樹之一，常見的品種依果肉顏色分為白肉種(*Hylocereus undatus* Britt.&Rose)、紅肉種(*Hylocereus polyrhizus* Britt. & Rose)及紫肉種(*Hylocereus costaricensis* Britt.& Rose) (Yen 2005;Liou 2010)。本作物原產於南墨西哥、太平洋週邊之中美洲諸

國；現今於熱帶美洲、西印度群島、美國南佛羅里達州及熱帶地區均有分布與栽培(Yen 2005)。台灣於1645年引進栽培，目前栽培面積已超過1,000 ha，中南部地區為主要產區(Yen 2005;Liou 2010)。國外有關引起紅龍果之病害病原記錄有*Alternaria* sp.、*Ascochyta* sp.、*Aspergillus* sp.、*Bipolaris cactivora*、*Botryosphaeria dothidea*、*Capnodium* sp.、*Colletotrichum gloeosporioides*、*Dothiorella* sp.、*Fusarium* sp.、*Gleoeosporum agares*、*Macssonnina agaves*、*Phytophthora* sp. 及 *Sphaceloma* sp. (Elshafie & Ba-Omar 2001;Valencia-Botin *et al*. 2003; Palmateer & Ploetz 2006; Palmateer *et al*. 2007; Taba *et al*. 2007; Sijam *et al*. 2008) 等。在台灣則有由*Fusarium oxysporum*及*Fusarium subglutinans*混合或單獨造成之紅龍果莖腐病(Tsai 2004)，由*Colletotrichum gloeosporioides*引起的炭疽病(Liou 2010)，由*Cactus virus X* 引起仙人掌X病毒病(Liou *et al*. 2004) 及由*Bipolaris cactivora*引起之紅龍果果腐病(Wang & Lin 2005)等危害紅龍果之記錄。而在2012年農委會農業試驗所由嘉義農業試驗分所發表一種在其莖部初為小黃點，後漸擴展為橘色及褐色斑並產生突起之柄子器，嚴重時會導致莖部腐爛之病徵，果實亦有類似病徵，經病原分離後，發現為由*Neoscytalidium dimidiatum* (Penz.) Crous & Slippers (Chuang *et al*. 2012) 引起之病害，並定名為紅龍果莖潰瘍病(Pitaya stem canker)。

*Neoscytalidium*為子囊菌葡萄座腔菌科(Botryosphaeriaecae)真菌內之一屬，其特徵為具有粉狀氣生菌絲體、產生成串圓柱形、鈍橢圓到甕形、深褐色、厚壁、0至2個隔膜的節生孢子，而*Neoscytalidium dimidiatum*為本屬之模式種(Type species)(Crous *et al*. 2006)。*N. dimidiatum*為一廣泛分佈於自然界且其寄主種類繁多之真菌，其有記載之寄主種類有合歡(*Albizia lebbeck*)、鳳凰木(*Delonix regia*)、無花果(*Ficus carica*)、柑桔(*Citrus*)、檬果(*Mangifera indica*)(Elshafie & Ba-Omar 2001; Polizzi *et al*. 2009; Ray *et al*. 2010)及紅龍果(Chuang *et al*. 2012; Lan *et al*. 2012)等，其所造成之病徵有梢枯、流膠及潰瘍等。目前雖已知本菌為引起紅龍果莖潰瘍病及褐斑病之病原菌(Chuang *et al*. 2012; Lan *et al*. 2012)，然其在田間之病徵極具多樣性，因此本研究擬將*N. dimidiatum*田間感染紅龍果莖之病勢進展進行觀察記錄並進行病原菌生理特性試驗。此外，由於本病害目前並無正式推薦藥劑供農友防治參考，因此本研究亦一併就目前已推薦在防治紅龍果炭疽病之藥劑進行防治藥劑篩選，期望藉此可以篩選出有效藥劑於防治炭疽病時一併進行莖潰瘍病之防治，增加收益。

紅龍果莖潰瘍病之病徵及病勢進展

紅龍果莖潰瘍病由*Neoscytalidium dimidiatum*所引起，為一真菌性病害，本病菌會為害枝條及果實，紅肉與白肉品種均會被感染。果實上初期病徵為白色針點狀之斑點，病斑逐漸擴大為小圓型斑，病斑中央有小紅點(圖1A)，病斑多時癒合成大片褐色塊斑(圖1B)，易造成果實裂果；在發病後期，罹病組織呈現黑褐色，果實有時如木乃伊化(圖1C)。莖部被害時，初期病徵與在果實上之病徵相同，而後白色斑點轉為淡褐色，中央小紅褐變突起(圖1D)，病斑老化後周圍產生木栓化 (直徑約1~2cm)，長出許多黑色小點，為病菌之柄子器，內生許多分生胞子，為病菌之主要傳播器官，病斑可因外力而脫落，造成莖部成空洞(圖1E)。有時病斑會繼續形成潰爛(圖1F)，並向莖部上下蔓延，造成嚴重腐敗。

為瞭解*N. dimidiatum*在紅龍果莖節病勢之進展，本研究以莖潰瘍病菌分生胞子 (100 conidiospores) 傷口接種於紅龍果莖節上時，約於接種2週後開始出現橘褐色小點，接種後6週於病斑上開始產生黑色之柄胞子堆，部份病斑會急速擴展，至接種後12週病斑組織穿孔掉落，18週以後病斑持續向外擴展造成莖節腐爛，此時病徵雖然可能暫時不會擴大，然在其乾孔內側亦佈滿菌體之分生胞子。另若不製造傷口，直接將病原菌分生胞子噴佈於紅龍果莖節時，其於接種後12天先出現大量小圓點褪色斑(圖2A)，接種後26天大多數先前的小圓點斑已轉成小黃點斑及橘色點斑(圖2B)，接種後41天橘色點斑病斑直徑擴大並增多(圖2C)，接種後55天病斑開始褐化(圖2D)，至接種後68天，小病斑聚合成大且壞疽病班(圖2E)，至接種後89天時形成大面積壞疽病斑，病組織並有將脫落之情形(圖2F)。可見本病原不論是否有傷口均會造成紅龍果莖部的感染而發病。

溫度對紅龍果莖潰瘍病菌生長、胞子發芽及致病之影響

紅龍果莖潰瘍病菌菌絲於30℃及35℃培養時，病原之生長最為快速，於培養後2天即可長滿整個直徑約8.5 cm之培養皿；於25℃培養時其平均生長直徑為7.9 cm，而於20℃培養時，其平均生長直徑為3.9 cm，於40℃培養時其平均生長直徑則僅有2.7 cm左右，而15℃培養時則平均生長直徑僅有1.2 cm，10℃培養時病原則完全不生長。另外，本菌分生胞子於20–40℃時其胞子置於無菌水中24小時之發芽率皆達90%以上，而15℃不利胞子發芽；於 10℃下分生胞子則完全不發芽。

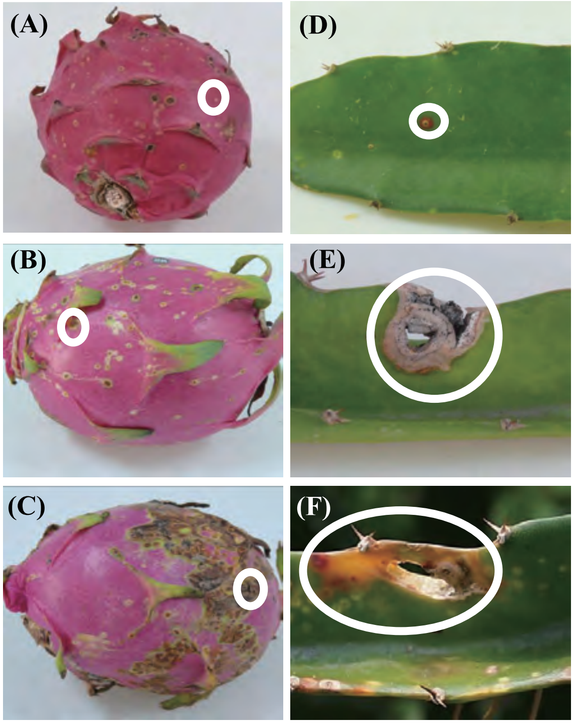


圖1、紅龍果莖潰瘍病之病徵。A– C為果實之病徵; D-F 為在莖上之病徵。
Fig. l. Symptoms of Pitaya stem canker caused by Neoscytalidium dimidiatum. A-C, Symptoms on Fruit; D-F, Syptoms on Stems.

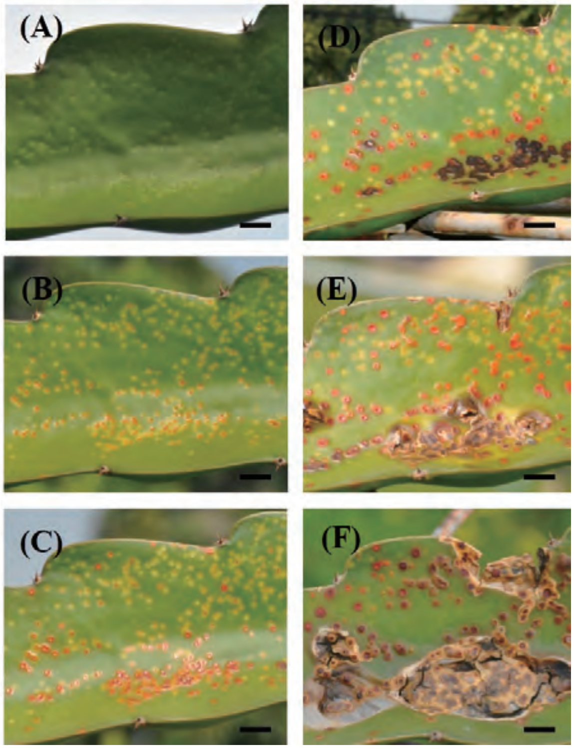


圖2、紅龍果莖節無傷口接種莖潰瘍病菌 (N. dimidiatum Nd-55) 分生胞子後之病徵進展表現。A－F分別為接種後12、26、41、55、68及89天之病徵。(線長 = 1cm)。
Fig. 2. Symptoms of Pitaya stem canker caused by *Neoscytalidium dimidiatum* following inoculation on unwounded stem in the field. A－F, Symptoms appeared 12, 26, 41, 55, 68, and 89 days after inoculation. (Bar =1 cm).

表1. 不同殺菌劑對紅龍果莖潰瘍病菌菌絲生長之影響
Table 1. Effect of different synthetic fungicides on mycelial growth of Neoscytalidium dimidiatum isolate.

Fungicide	Inhibition(%) [z]		
	1 ppm	10 ppm	100 ppm
62.5% Cyprodinil ＋Fludioxonil 賽普護汰寧（WG)	60.3 a [y]	100.0 a	100.0 a
80% Metiram 免得爛（WG)	0.0 f	0.0 g	0.0 g
50% Trifloxystrobin 三氟敏（WG)	18.6 d	21.7 f	24.7 e
40% Iminoctadine 克熱淨（WP)	20.0 cd	61.3 c	71.7 b
70% Thiophanate methyl 甲基多保淨（WP)	0.0 f	30.4 e	64.9 c
32.5% Azoxystrobin ＋Difenoconazole 亞托待克利（SC)	43.8 b	69.2 b	98.9 a
23% Azoxystrobin 亞托敏（SC)	19.9 cd	20.3 f	21.6 f
23.6% Pyraclostrobin 百克敏（EC)	22.3 c	41.3 d	54.1 d
26% Tebuconazole 得克利（EW)	8.9 e	60. 4 c	99.2 a
LSD (*P*=0.05)	3.3	5.7	2.0

[z] Inhibition (%) = (Diameter of mycelial growth on PDA without fungicide-diameter of mycelial growth on PDA with fungicides/growth on PDA without fungicide) × 100%.
[y] Means within a colums followed by the same letter are not significantly different at 5% by LSD test.

表2. 殺菌劑對紅龍果莖潰瘍病菌胞子發芽之影響
Table 2. Effect of fungicides on conidial germination of Neoscytalidium dimidiatum isolate.

Fungicide	10 ppm
	Percentage of spore germination(%)[z]
62.5% Cyprodinil ＋Fludioxonil賽普護汰寧（WG)	41.8 c [y]
80% Metiram 免得爛（WG)	9.7 d
50% Trifloxystrobin 三氟敏（WG)	0.0 e
40% Iminoctadine 克熱淨（WP)	0.5 e
70% Thiophanate methyl 甲基多保淨（WP)	54.3 b
32.5% Azoxystrobin ＋Difenoconazole 亞托待克利（SC)	0.0 e
23% Azoxystrobin 亞托敏（SC)	0.0 e
23.6% Pyraclostrob in百克敏（EC)	0.0 e
26% Tebuconazole 得克利（EW)	58.5 b
CK	97.7 a
LSD (*P*=0.05)	6.6

[z] Spore germination (%)= No. of spore germinate per 100 spores on water (CK) or with fungicides
[y] Means in each column followed by the same letter are not significantly different at p= 0.05 according to least significant different test.

紅龍果莖潰瘍病之防治藥劑篩選

將供試藥劑添加於PDA培養基，測試各藥劑對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之抑制效果，結果如表1所示，*N. dimidiatum*分離株於10 ppm有效成份藥劑濃度下，賽普護汰寧對其菌絲生長抑制率分別為100 %，其次為亞托待克利，其對菌絲生長之抑制率分別為69.2 %，而免得爛對其菌絲生長則完全無抑制效果。若於100 ppm之有效成份濃度下，則亞托待克利、得克利及賽普護汰寧對本菌之菌絲皆可達到近100%的菌絲生長抑制率，而克熱淨次之，免得爛在100 ppm有效成份濃度下仍對菌絲生長無抑制作用。

測試藥劑對紅龍果莖潰瘍病菌分生胞子發芽之影響，結果如表3所示，其分生胞子於10 ppm有效成份濃度之三氟敏、克熱淨、亞托待克利、亞托敏及百克敏處理下，其分生胞子之發芽率為0–0.5 %之間，對於其胞子之發芽具有極佳的抑制性。而10 ppm免得爛作用下之分生胞子發芽率為9.7 %，另在10 ppm賽普護汰寧、甲基多保淨、得克利作用下其胞子發芽率分別為41.8 %、54.3 %及58.5 %。

結　論

由*N. dimidiatum*引起之紅龍果莖潰瘍病或褐斑病已於2012年由台灣(Chuang *et al.* 2012)及中國大陸(Lan *et al.* 2012)先後發表。本菌之分生胞子不論是否存在傷口，均會造成紅龍果莖節潰瘍病病徵之表現，以分生胞子進行傷口接種之病徵較少呈現褐色小圓點斑，此與田間自然感染之初期病徵有些許差異，推測可能與本試驗大量胞子集中在同一接種點有關。自然感染可能由於分生胞子經雨水傳播後其已分散，因此其初期小而圓的褐色點病斑較為分散而明顯，此推論當以胞子懸浮液無傷口噴佈接種於紅龍果莖節時所得到的大量褐色小圓點斑得到證明。另於本試驗中發現，本病的擴展方式及速度依接種莖節之成熟度不同而有所差異，傷口接種時進展最快的病斑於接種後6週會造成莖節產生腐爛穿孔斑，而最慢者於接種後9個月仍停留在黃點斑，造成此現象之原因推測可能與莖節老化程度有關。田間觀察發現，成熟莖節之發病較不易進展為腐爛斑，其後期病班仍停留在橘點斑而未再擴大或擴展；而新梢感染時則病勢進展較快。由田間傷口接種莖節12週後，植株開始產生花苞、開花並進而結果，由接種後16週發現接種莖節產生之果實(自花苞產生起約4週之果實) 即自然感染本病害之情形顯示，本病害在田間顯然可以產生二次感染源進行傳播。而經由水的飛濺是最可能的傳播方式，因此發病

田田間的灌溉方式應盡量採用滴灌或溝灌，而勿用高空噴灌設施，以減少田間二次感染的可能性。另外田間分生胞子之來源除了病斑上明顯產生柄子器的病斑外，另外一些由腐爛斑進展形成乾孔斑的內緣處均為本菌胞子存在之處，遇雨亦會產生感染源，因此在田間管理上亦應列為修剪清除之對象。

本病害目前無防治藥劑推薦，本研究以目前推薦在紅龍果炭疽病之藥劑進行不同殺菌劑對紅龍果莖潰瘍病菌菌絲生長及胞子發芽之影響測試，結果顯示，10 ppm有效成份濃度之賽普護汰寧、亞托待克利及得克利可有效抑制菌絲生長，而免得爛、三氟敏、百克敏、亞托敏、亞托待克利及克熱淨可顯著降低病原菌之胞子之發芽。因此雨季來臨前較適合使用抑制病原胞子發芽較有效果之藥劑，而雨季後宜選擇抑制菌絲生長較為有效之藥劑防治本病害之發生。由於炭疽病之侵染亦是於雨季較易傳播，因此兩病害可同時進行防治。本研究結果另顯示紅龍果莖潰瘍病之病原菌*N. dimidiatum*為一適合台灣氣候條件生長之病原菌，其在冬季低溫下生長雖較慢，然而其生長並未停滯，有些已見產胞病兆之感染莖節應於採果後一併修剪或刻除，以免做為田間之感染源，另外發病田亦應避免以噴灌方式進行灌溉。新梢期為本病原較易感染植株之時期，於雨季時應加強藥劑防治，以降低田間病原菌之侵染，達到防治本病害之目地。

引用文獻

1.Chuang, M. F., H. F. Ni, H. R. Yang, S. L. Shu, S. Y. Lai, and Y. L. Jiang. 2012. First report of stem canker disease of pitaya (*Hylocereus undatus, H. polyrhizus*) caused by *Neoscytalidium dimidiatum* in Taiwan. Plant Dis. 96:906.

2.Crous, P. W., B. Slippers, M. J. Wingfield, J. Rheeder, W. F. O. Marasas, A. J. L. Philips, A. Alves, T. Burgess, P. Barber, and J. Z. Groenewald. 2006. Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. Stud. Mycol. 55:235-253.

3.Elshafie, A. E., and T. Ba-Omar. 2001. First report of *Albiziz lebbeck* dieback caused by *Scytalidium dimidiatum* in Oman. Mycopathologia 154:37-40.

4.Lan, G. B., Z. F. He, P. G. Xi, and Z. D. Jiang. 2012. First report of brown spot disease caused by *Neoscytalidium dimidiatum* on *Hylocereus undatus* in Guangdong, Chinese Mainland. Plant Dis. 96:1702.

5.Liou, P. C. 2010. Cultivation of Pitaya in Taiwan. Fenshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture Press, Taichung. 32 pp. (in Chinese).

6.Liou, M. R., C. L. Hong, and R. F. Liou. 2004. Characterization of a cactus virus X infecting *Hylocereus undatus* and its detection by DAS-ELISA. Plant Pathol. Bull. 13:27-34. (In Chinese with English abstract-).

7.Palmateer, A. J., and R. Ploetz. 2006. Anthracnose of pitahaya: a new disease on a new crop in south Flordia. Proc. Fla. State Hort. Soc. 119:50-51.

8.Palmateer, A. J., R. C. Ploetz, E. van Santen, and J. C. Correll. 2007. First report of anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* on Pitahaya. Plant Dis. 91:631.

9.Polizzi, G., D. Aiello, A. Vitale, F. Giuffrida, J. Z. Groenewald, and P. W. Crous. 2009. First report of shoot blight, canker, and gummosis caused by Neoscytalidium *dimidiatum* on citrus in Italy. Plant Dis. 93:1215

10.Ray, J. D., T. Burgess, and V. M. Lanoiselet. 2010. First record of *Neoscytalidium dimidiatum* and *N. navaehollandiae* on *Mangifera indica* and N. *dimidiatum* on *Ficus carica* in Australia. Austral. Plant Dis. Notes 5:48-50.

11.Sijam, K., Y. Awang, and M. G. M. Satar. 2008. Fungi associated with diseases on dragon fruit (*Hylocereus* spp.) in Peinsular Malaysia. p.234-237. in:Proceedings of the Microbes: Biotechnology Engine for Health and Wealth Creation. Hyatt Regency Resort, Kuantan, Pahang Darul Makmur, Malaysia, Aug. 16-19, Malaysian Society for Microbiology.

12.Taba, S., N. Miyahara, K. Nasu, T. Takushi, and Z. I. Moromizato. 2007. Fruit rot of strawberry pear (Pitaya) caused by *Bipolaris cactivora*. J. Gen. Plant Pathol. 73:374-376.

13.Tsai, Y. F. 2004. Etiology of pitaya stem rot. Master thesis of National Pintung University of Science and Technology. 121 pp.

14.Valencia-Botin, A. J., J. S. Sandoval-Islas, E. Cardenas-Soriano, T. J. Michallides, and G. Rendon-Sanchez. 2003. *Botryosphaeria dothidea* causing stem spots on

Hylocereus undatus in Mexico. Plant Pathol. 52:803-803.

15. Wang, C. L., and C. C. Lin. 2005. Fruit rot of pitaya stem rot of cacti in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 14:269-274. (In Chinese with English abstract).

16. Yen, C. R. 2005. Pitaya. Taiwan Agriculture Encyclopedia. Harvest Farm Magazine Press. 3rd Crop edition -1. Taipei. 926pp. (in Chinese).

Pathogen Characterization and Control of Pitaya Stem Canker Disease

Hui-Fang Ni[1], Hong-Ren Yang[1], Chiao-Wen Huang[1], Ching-Yi Lin[1], Chu-Ping Lin[2], Pao-Jen Ann[2], Jyh-Nong Tsai[2]

[1]Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan

[2]Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan

Abstract

Pitaya (*Hylocereus undatus* and *H. polyrhizus* Britt. & Rose) is an emerging fruit crop and cultivated around 1,000 hectaresin Taiwan. The diseases of pitaya include virus diseases, fungal fruit rot diseases caused by *Bipolaris, Alternaria, Fusarium, Phomopsis*, and *Penicillium,anthracnose* disease caused by *Colletotrichum*, wet rot disease caused by *Gilbertella persicara,* and stem canker disease caused by *Neoscytalidium dimidiatum.* Among these diseases, stem canker was an emerging disease limiting the production of pitaya in recent years and expanded quickly to most commercial planting areas in Taiwan. Symptoms on the stem were small, circular, sunken, orange spots that developed into cankers. Pycnidia were erumpent from the surface of the cankers and the stems subsequently rotted. We inoculated pitaya stems with N. dimidiatum in the field. Initial canker lesion was first appeared2 weeks after wound/unwound inoculation, and the formation of black pycnidia was observed 6 weeks after inoculation.The optimal temperatures for mycelial growth and spore germinationof N. *dimidiatum* were 25–35℃and 25–40℃, respectively. Mycelial growth was effectively inhibited by Cyprodinil + Fludioxonil, Azoxystrobin + Difenoconazole and Tebuconazole. Spore germinationof N. dimidiatum was inhibited by 80% Metiram, 50% Trifloxystrobin, Pyraclostrobin, Azoxystrobin, Azoxystrobin + Difenoconazole and Iminoctadine. These fungicides have been recommended for thecontrol of anthracnose of pitaya, and could also be used to control stem canker of pitaya in the field. The strategies for control this disease include use of disease-freeseedlings, field sanitation, avoidingspray irrigation,

and fungicide applications.

Key words: Pitaya, Stem canker disease, Control

紅龍果病毒病的研究現況

國立臺灣大學植物病理與微生物學系　張雅君、毛青樺、呂有其、李勇賜

摘　要

紅龍果(*Hylocereus spp.*)英文為pitaya、pitahaya或dragon fruit，為仙人掌科(Cactaceae)三角柱屬之多年生攀緣性植物，原產於墨西哥及中南美洲熱帶雨林，喜高溫多濕之氣候，為近年來發展迅速之高價熱帶水果。目前商業栽培的紅龍果主要是以肉質狀三角莖進行無性扦插繁殖，雖可提供大量、品質一致、性狀穩定的種苗，但若繁殖用的母本遭受病毒為害，新繁殖的種苗也會帶有病毒。本系劉瑞芬教授研究室首先於2001年發表報告證實紅龍果遭受*Potexvirus*屬之仙人掌X病毒(*Cactus virus X*, CVX)所為害，並利用所獲得的CVX-Hu病毒分離株製備出抗血清，應用於DAS-ELISA檢測，同時完成CVX-Hu全長基因體之選殖與解序。農試所廖吉彥等人的調查指出，CVX普遍存在於台灣與金門田間栽種的紅龍果植株中，依地區不同感染率在50~90%之間。

我們實驗室於2005年從臺大園藝分場的紅龍果病株中分離出CVX-NTU病毒分離株，並完成全長基因體之選殖與解序工作。2006年至2008年間我們從陽明山採集的紅龍果樣品分離並鑑定出台灣首次報導之蟹爪蘭X病毒(*Zygocactus virus X*, ZyVX)，此亦為ZyVX感染紅龍果之世界新記錄。此外，也從這批樣品中發現並鑑定出一種新potexvirus，將其命名為紅龍果X病毒(Pitaya virus X, PiVX)。將ZyVX-P39病毒分離株、PiVX-P37病毒分離株，與其它已知序列的*Potexvirus*屬病毒進行序列比對及類緣分析，結果顯示感染仙人掌科植物的*potexvirus*都屬同一個分群中，代表彼此的類緣關係較密切。為了解這三種病毒在紅龍果的感染情況，我們研發出多引子反轉錄聚合酶鏈鎖反應(multiplex RT-PCR)，對台灣各地區種植的紅龍果進行檢測。研究結果再次證實台灣紅龍果普遍受到CVX危害；而ZyVX除了中部地區的台中和彰化之外，其他地區皆被檢出ZyVX；新發現的PiVX則存在台北、宜蘭、彰化以及台東的紅龍果園。若能利用我們新研發的multiplex RT-PCR協助篩檢紅龍果繁殖材料，將可建立無病毒紅龍果種苗生產體系，提供果農健康高品質的紅龍果種苗。

關鍵字：病毒病、健康種菌、紅龍果

前　言

仙人掌科(Cactaceae)三角柱屬之紅龍果(*Hylocereus spp.*)英文為pitaya、pitahaya或dragon fruit，為多年生攀緣性植物，夏季開花後結果，從肉質狀三角莖長出圓形或橢圓形果實，主要有紅、白果肉之分，果實營養價值極高，為近年來發展迅速之高價熱帶水果。紅龍果原產於墨西哥及中南美洲熱帶雨林，故喜高溫多濕之氣候。台灣最早之栽種記錄為1645年由荷蘭人所引進，但直到1980年代從越南和中南美洲引入可自花授粉之大果品種，並選育出質量均佳的品系之後，才成為廣受歡迎的經濟果樹。目前全國紅龍果栽種面積將近1千公頃，主要集中於中部地區，其中又以彰化二林最具規模，其他包括台中、南投、台南，此外澎湖、金門等亦有專區種植。

商業栽培的紅龍果主要是以肉質狀三角莖進行無性扦插繁殖，可提供大量、品質一致、性狀穩定的種苗。因病毒感染紅龍果植株時會擴散至整株植物，所以繁殖用的母本遭受病毒為害時，新繁殖的種苗也會帶有病毒，因而造成大面積的感染。除此之外，在日常管理中修剪紅龍果枝芽和採收果實常使用剪刀器具，亦有可能因此傳播病毒。

紅龍果病毒病的研究現況

病毒引起之紅龍果病害只有Potexvirus屬的仙人掌X病毒(*Cactus virus X*, CVX)曾被正式報導，而且CVX已經普遍感染存在於紅龍果植株中。本系劉瑞芬教授及其研究生於1999年在新竹縣關西地區發現紅龍果三角莖出現斑駁病徵，經研究證實為仙人掌X病毒(*Cactus virus X*, CVX)所造成；他們將病株汁液接種於紅藜，進行三次單斑分離，獲得CVX-Hu病毒分離株；然後以純化的CVX-Hu病毒顆粒製備出CVX抗血清，將其應用於雙抗體三明治-酵素連結抗體免疫吸附法(DAS-ELISA)，可快速大量檢測紅龍果樣品。此外，劉教授的研究團隊也完成CVX-Hu全長基因體之選殖與解序，並將序列登錄在GenBank中。CVX研究成果分別於2001年與2004年發表，這是台灣最早發現且有正式報告之紅龍果病毒。

農業試驗所廖吉彥等人2003年發表的文獻指出，CVX普遍存在於臺灣與金門田間栽種的紅龍果植株中，以屏東地區91.6%最高，金門縣發生率52.5%最低，而宜蘭、台中、南投和彰化地區感染率在65~75%。此研究並從宜蘭採集的罹病株分離出CVX-EL1病毒分離株，同樣以純化的病毒顆粒製備出CVX

抗血清，也選殖了CVX-EL1的3’端約1.2 kb之基因體片段，並加以解序，其中鞘蛋白(capsid protein, CP)的全長序列也已經登錄在GenBank中。廖等人將田間紅龍果的病徵分為斑點、斑駁、壞疽及黃化等四型，發現以斑駁病徵最普遍。當以間接式酵素連結抗體免疫吸附法(I-ELISA)分析CVX在紅龍果不同部位的存在情形，結果發現三角莖、果皮、果肉和新生側芽皆可測得病毒，可見CVX確實分布於整株紅龍果植株。此外，他們也觀察到發病植株的生長及果實質量都受到明顯影響。

我們實驗室於2005年從台大園藝分場採集紅龍果病株，同樣將病株汁液接種在紅藜，進行三次單斑分離，獲得一病毒分離株，命名為CVX-NTU。之後完成CVX-NTU寄主範圍之分析，以及全長基因體之選殖與解序工作，也已將此序列登錄在GenBank。我們利用專一性的引子對配合RT-PCR方法於2006年間進行田間調查，結果顯示採集自台北陽明山紅龍果園中的樣品有高達95%感染CVX-NTU，而CVX-Hu則佔40％，且都是複合感染。可見此地區的CVX以NTU分離株佔絕大多數，但其生物意義仍需後續研究闡明。

而2006年至2008年間我們從陽明山採集的紅龍果樣品中，以奎藜植株進行三次單斑分離，利用所分離到的P39病毒分離株進行基因選殖與定序，結果鑑定出P39分離株為Potexvirus屬的蟹爪蘭X病毒(*Zygocactus virus* X, ZyVX)。這是台灣首次發現ZyVX之報導，亦為ZyVX感染紅龍果之世界新記錄。我們也將這批樣品接種於紅藜植株，進行三次單斑分離實驗，將獲得的P37病毒分離株進行基因選殖與定序，結果鑑定出一種未曾被發現的新potexvirus，將其命名為紅龍果X病毒(*Pitaya virus X*, PiVX)。目前已完成ZyVX-P39與PiVX-P37病毒分離株的全長基因體之選殖與解序工作，也將兩者的序列登錄在GenBank中。當我們將ZyVX-P39、PiVX-P37，與其它已知序列的*Potexvirus*屬病毒進行序列比對及類緣分析，結果顯示感染仙人掌科植物的potexvirus都屬同一個分群中，代表彼此的類緣關係較密切，與其他potexvirus的關係則較疏遠。

根據我們的觀察，單獨或複合感染CVX、ZyVX和PiVX病毒的紅龍果植株，其三角莖常呈現褪色斑點、斑駁等病徵(圖1)，很難以病徵加以診斷鑑定。為了解這三種病毒在紅龍果的感染情況，我們依據所獲得的CVX-NTU、ZyVX-P39與PiVX-P37序列，分別設計各病毒的專一性引子對，加上可擴增植物粒線體mRNA序列的引子對，研發出多引子反轉錄聚合酶鏈鎖反應(multiplex RT-PCR)，對台灣各地區種植的紅龍果進行檢測。調查結果再次證

實臺灣田間紅龍果植株普遍受到CVX危害；而ZyVX除了中部地區的台中和彰化之外，其他地區皆被檢出ZyVX；新發現的PiVX則存在臺北、宜蘭、彰化以及台東的紅龍果園。田間所採集的樣品，除少數單獨感染CVX之外，多數樣品都有一種以上病毒複合感染(圖2)。

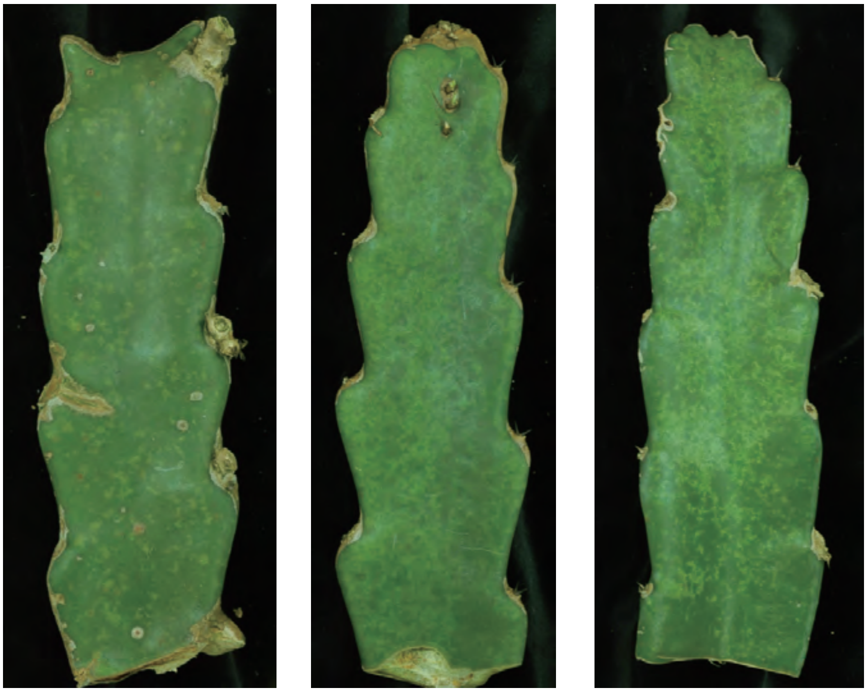


圖1、遭受病毒感染之紅龍果植株三角莖呈現褪色斑點、斑駁等病徵。(左)單獨感染仙人掌X病毒(*Cactus virus X*, CVX)之植株。(中)複合感染CVX與蟹爪蘭X病毒(Zygocactus virus X, ZyVX)之植株。(右)複合感染CVX與紅龍果X病毒(Pitaya virus X, PiVX)之植株。

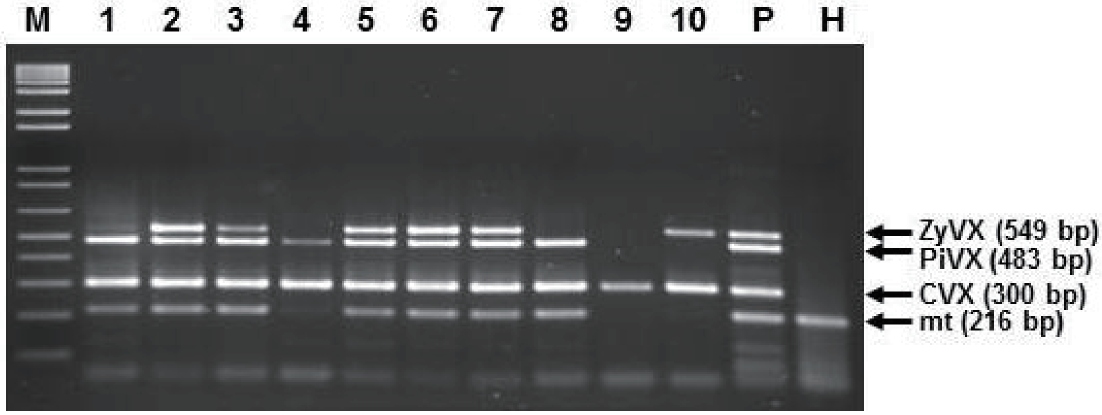


圖2、宜蘭地區所採集之部分紅龍果樣品以多引子反轉錄聚合酶鏈鎖反應(multiplex RT-PCR)檢測之結果。電泳結果顯示，所有紅龍果樣品皆檢測出CVX，樣品2、3、5、6、7和10被測出含有ZyVX，而樣品1至8則有PiVX感染。由此可知，除了樣品9單獨感染CVX之外，其餘樣品都有一種以上病毒複合感染。

結　語

從我們的調查研究結果顯示，台灣各地的紅龍果植株已經被*Potexvirus*屬的CVX、ZyVX和PiVX病毒所感染，其中以CVX最為普遍，而且常發現一種以上病毒同時感染的情況。但單獨或複合感染的紅龍果植株很難以病徵加以區分，而我們所研發的multiplex RT-PCR則能清楚地判別樣品受到哪幾種病毒感染。此外，若能利用我們所研發的multiplex RT-PCR協助農業試驗單位或種苗業者篩檢紅龍果繁殖材料，將可建立無病毒紅龍果種苗生產體系，提供果農健康高品質的紅龍果種苗。

參考文獻

1.毛青樺、呂有其、張雅君。2007。感染紅龍果之蟹爪蘭X病毒之特性分析與田間調查。植病會刊 17: 97-98。

2.廖吉彥、張清安、顏昌瑞、陳昱初、鄧汀欽。2003。感染紅龍果之仙人掌病毒X之鑑定與分佈調查。植病會刊12: 225-234。

3.劉命如、洪建龍、劉瑞芬。2004。引起紅龍果斑駁病徵之*Cactus virus X*的鑑定與免疫檢測. 植病會刊 13: 27-34.

4.Li, Y.-S., Mao, C.-H., and Chang, Y.-C. 2010. Characterization of a new pitaya-infecting potexvirus and the construction of its infectious cDNA clone. 2009 Annual Meeting of Phytopathological Society of the Republic of China.

5.Liou, M. R., Chen, Y. R., and Liou, R. F. 2004. Complete nucleotide sequence and genome organization of a *Cactus virus X* strain from *Hylocereus undatus.* Archives of Virology 149:1037-1043.

6.Liou, M. R., Hung, C. L., and Liou, R. F. 2001. First report of *Cactus virus X* on *Hylocereus undatus* (Cactaceae) in Taiwan. Plant Disease 85: 229.

Current studies in pitaya viral diseases

Chang, Y.-C., Mao, C.-H., Lu, Y.-C., and Li, Y.-S.

Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University

Abstract

Pitaya (*Hylocereus* spp.), also known as pitahaya or dragon fruit, is a perennial climbing epiphytic plant in the family of Cactaceae. This cactus plant is native to the forests of Mexico, Central and South America and is becoming a high-value tropical fruit crop in Taiwan. Commercially cultivated pitayas are mainly propagated from cuttings. If mother plants are infected with viruses, diseases can be spread easily. In 2001, the research team of Professor Ruey-Fen Liou at National Taiwan University (NTU) published the first paper of pitaya-infecting virus, *Cactus virus X* (CVX) which is a member of the genus *Potexvirus*, in Taiwan. They purified a CVX-Hu isolate, prepared its antiserum and developed the DAS-ELISA for CVX detection. In addition, they cloned and completely sequenced the CVX-Hu isolate. Liao *et al*. at Taiwan Agriculture Research Institute performed a pitaya disease survey and the result indicated that CVX was widespread in the pitayas and the infection incidence ranged 50%~90% in different areas of Taiwan and Kinman.

In 2005, we isolated a new NTU strain of CVX from the pitayas grown in the experimental farm at NTU, and obtained the complete genomic sequence of CVX-NTU. During 2006 to 2008, one potexvirus, *Zygocactus virus* X (ZyVX), was isolated and identified by our laboratory in the pitaya samples collected from the Yanmingshan orchard. This is the first report of ZyVX in Taiwan and also the first record of pitaya-infecting ZyMV. In addition, another potexvirus was isolated from the same batch of pitaya samples, and it was identified to be a new species of the genus *Potexvirus*. Because this new potexvirus was originally found in pitaya and thus named as Pitaya virus X (PiVX). The results of phylogenetic analyses on the full-length genomes of CVX, ZyVX-P39, PiVX-P37 and other published potexviruses demonstrated that all Cactaceae-infecting potexviruses belong to the same cluster. To study the distribution of CVX, ZyVX and PiVX in the

pitaya field, we developed a multiplex RT-PCR method for field survey. Pitayas sampled from several production areas in Taiwan were investigated for the infection rate and distribution of potexviruses. The field survey results showed that CVX was indeed widespread; ZyVX was not present in Taichung and Changhua; PiVX existed in Taipei, Ilan, Taitung and Changhua. If we can use this multiplex RT-PCR to screen pitaya propagation materials, a certification program for virus-free pitayas can be established to provide high quality pitaya seedlings for farmers.

套袋與環剝對紅龍果果實生長之影響

國立中興大學園藝學系 黃琇亭、林慧玲

摘　要

套袋可減少光線透過率，導致葉綠素葉含量下降而能增進果實轉色；環剝主要影響韌皮部的運輸及葉片光合產物之分配。紅龍果果實轉色前果肉酸度會有一短暫高峰出現，為釐清此現象與果皮轉色之相關性，進行果實的套袋與環剝處理。期能了解果肉酸之變化是否為提供果皮轉色之主要物質與光合產物運移是否具相關性。紅龍果果實套袋後增加果皮亮度，並且套袋對果實內部成份皆無顯著影響。開花後16天進行紅龍果肉質莖環剝處理則會提早果實轉色促進果實的後熟，此外，環剝顯著減少果實大小、果肉可滴定酸、有機酸、可溶性醣、葡萄糖和果糖等成分，並延緩有機酸之高峰出現，主要因此階段為澱粉合成旺盛時期，環剝處理減少光合產物碳水化合物的供給所致。由上述結果顯示，果實有機酸之合成與代謝是否提供果皮轉色之重要成分有待進一步之研究。

關鍵字：紅龍果、套袋、環剝

前　言

紅龍果(*Hylocereus undatus*)原生熱帶美洲森林，為仙人掌科三角柱屬(*Hylocereus*)之半附生性仙人掌植物，具有可食用的果實，目前包含美國、越南、日本、澳洲和以色列等國家已引進栽培，為一新興熱帶果樹(Nobel and De la Barrera, 2004)。紅龍果依果色可分為白肉種(*H. undatus*)及紅肉種(*H. polyrhizus*)，台灣品種極多，大致可區分為早期引進之本地種、近年引進之越南種、紅肉種，及私人育成之品種(顏，2002；顏，2005)。

套袋對果實大小的影響，依果實種類而有所差異，例如套袋增加香蕉果實大小(Johns and Scott, 1989)，但對富士‘Fuji’蘋果、‘Tai So’荔枝果實及‘Keitt’芒果果重(Hofman *et al*., 1997；Jia *et al*., 2005；Tyas et al., 1998)則無顯著之影響。套袋可減少光線透過率，導致果皮葉綠素葉含量下降，而增進果實外觀品質，其可能的原因是套袋抑制果皮葉綠素的合成或將果皮的葉綠素降解，並減少花青素的含量(Wang *et al*., 2005; Jia *et al*., 2005)。果實的生長部位也會影響果皮的顏色，生長在外側樹冠的蘋果及桃其顏色

較鮮紅且飽和，而內側樹冠的果實則顏色較暗淡(Bible and Singha,1993；Genard and Bruchou, 1992; Barritt, 1987)，在柑橘的實驗中也有類似的結果，柑橘果實的外觀顏色受到套袋及著果位置的影響(Mars *et al.,* 1994)，這是因為花青素受到紅光及遠紅光比值的影響所導致(Tyas*etal.,* 1998)，‘Jonathan’蘋果以紅光照射18小時能促進花青素形成，但若接著照射遠紅光會降低花青素的合成(Arakawa, 1988)。

環剝主要影響韌皮部的運輸、同化產物的分配及葉片的光合作用。同化產物可以直接累積在環剝處以上部位，增加整個樹冠的碳水化合物含量，碳水化合物的增加導因於韌皮部的裝載被抑制，因此增加環剝以上區域碳水化合物可被積儲器官新陳代謝利用的能力。然葉片累積大量的碳水化合物所造成的回饋抑制作用會減低光合作用的活性(Goren *et al.,* 2004)。環剝處理可以增加果實的大小，可能導因於果實生長期間光合作用提供的增加，並且在葡萄、桃、油桃、芒果、酪梨、橄欖及柿果的研究中，已證實環剝對增進果實的大小而具有正面的影響(Goren, *etal.,* 2004)。在葡萄的栽培上，環剝已被廣泛的應用於增加果實大小、增進果皮顏色和促進後熟(Gonzalo *et al.,* 1984)。在葡萄漿果後熟開始的階段，也就是硬核期開始時進行環剝，除可增加果實的大小也能促進果實的品質，並增加‘Italia’葡萄可滴定酸含量(Carreno*etal* 1998）。紅龍果果實轉色前果肉酸度會有一短暫起伏的現象出現，為釐清果肉酸度的起伏變化與果皮轉色變化之間相互影響，進行果實的套袋與環刻處理以探討其間是否具有相關性。

內　容

（一）果實外觀及果實重量變化

越南種紅皮白肉紅龍果在開花後使用褐色牛皮紙袋套袋，或在開花後16天進行環剝處理。在果實外觀的部份，套袋使果皮顏色變淺，雖不影響果皮顏色a*和b*值，但是套袋能顯著的提升果皮的L值，使果皮呈現亮紅色(圖1)。此外，套袋也會影響果實的苞片顏色，使套袋果實在花後31天其苞片有較高的L、b*和C值，也就是說套袋果實苞片顏色較亮且黃，而對照組則轉為綠色，因此，紅龍果套褐色牛皮紙袋果皮外觀亮度較高，有提升果實品質之效果。環刻處理於花後16天在果實下方進行1公分環剝除去莖狀葉，結果顯示，環剝處理不影響果實外觀，但環剝果實有較高的L，且會使部分果實提早

轉色成熟。套袋果實在果實成熟時略重於對照組，但是處理間沒有顯著的差異；環剝在各個生長階段明顯減少果實的重量(黃和林，2008)，此乃在果實下方環剝處理限制其他部位莖狀葉光合產物分配至果實，而使果實重量下降。

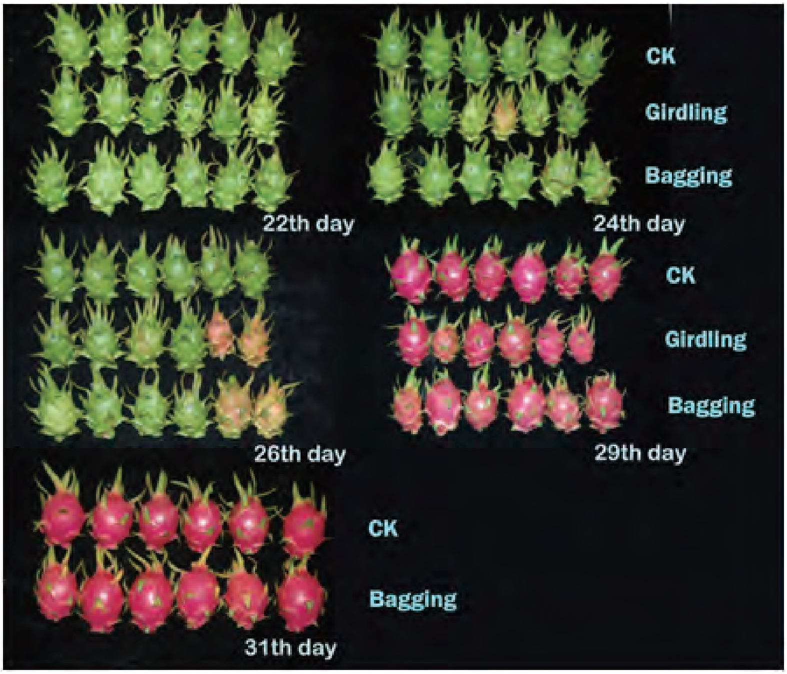


圖1、紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後之果實外觀
Fig. 1. *H. undatus* fruit appearance after treated with cladode girdling or fruit bagging.

（二）可滴定酸及可溶性固形物含量變化

果實套袋對可滴定酸含量無明顯影響，與對照組變化趨勢相似，在開花後24天可滴定酸含量達最高峰之後隨即下降；但是環剝會明顯的抑制果實酸度的累積，使得環剝處理之果實其可滴定酸在果肉酸度上升的階段顯著的少於對照組，在花後22與24天，環剝處理之果實可滴定酸濃度分別為0.56％和1.21％，是對照組的70％和78％，但至果實成熟後期並無顯著差異。果實可溶性固形物隨果實生長逐漸增加，且環剝會顯著的減少可溶性固形物含量，在花後29天環剝果實的可溶性固形物為對照組的85％(黃和林，2008)，因此，在果實下方環剝，影響光合產物分配效率，使果實內有機成分累積較少，雖然降低果實中之有機酸但對果實轉色影響不大，果實有機酸高峰產生可能與果皮轉色無直接之相關性。

（三）有機酸與葡萄糖和果糖濃度變化

環剝處理使果實中的有機酸含量(蘋果酸、抗壞血酸及檸檬酸)，在開花後24天顯著的少於對照組，並延遲有機酸高峰出現。紅龍果果實葡萄糖和果糖濃度隨果實成熟持續增加，環剝處理之果實在花後24和29天其葡萄糖和果糖濃度顯著的低於對照組；在花後29天的葡萄糖及果糖含量分別為4.93%和4.51%，約為對照組的76%和77%(黃和林，2008)。

（四）可溶性糖與澱粉含量變化

可溶性糖於花後26-29天急速增加，但環剝處理果實在花後24和29天明顯少於對照組和套袋組果實，而套袋處理者其變化趨勢與對照組相似。澱粉含量在花後22-26天快速的減少，其中又以套袋處理減少最是顯著，套袋組果實在花後22天其澱粉含量高於對照組和環剝處理果實(黃和林，2008)。

結　論

果實套袋之後不影響果實成份之變化而環剝則會促進部份果實提早成熟轉色，並減少果肉生長期間果肉酸度，及有機酸含量。此外，環剝減少果肉可溶性醣、葡萄糖和果糖含量，影響光合產物之蓄積，進而造成果實內容物下降而影響果實之生長。

參考文獻

1.黃琇亭、林慧玲。2008。套袋及環剝對紅龍果果實生長發育之影響。興大園藝。33(3): 1-15。

2.顏昌瑞。2002。新興果樹栽培。農業推廣手冊27。國立屏東科技大學農業推廣委員會編印。

3.顏昌瑞。2005。紅龍果。台灣農家要覽：農作篇(二)。pp.173-176。

4.Arakawa, O. 1988. Photoregulation of Anthocyanin Synthesis in Apple Fruit under UV-B and Red Light. Plant Cell Physiol.29(8): 1385-1389.

5.Barritt, B. H., C. R. Rom, K. R. Guelich, S. R. Drake, and M. A. Dilley. 1987. Canopy position and light effects on spur, leaf, and fruit characteristics of 'Delicious' apple. HortScience 22: 402–405.

6.Bible, B.B., and S. Singha. 1993. Canopy position influences CIELAB coordinates

of peach color. HortScience 28: 992-993.

7.Carreño, J., S. Faraj, and A. Martinez. 1998. Effect of girdling and covering mesh on ripening, colour and fruit characteristics of 'Italia' grapes. J. Hort. Sci. Biotech. 73: 103-106.

8.Genard, M., C. Bruchou. 1992. Multivariate analysis of within-tree factors accounting for the variation of peach fruit quality. Scientia Hort. 52: 37–51.

9.Gonzalo, R., G. Osman, and P. Nelson. 1984. Adelanto de maduracion y mejoramiento de color de la uva cv. Moscatelrosada. I Parte: Efecto de época e intensidad de raleo. Investigación y ProgresoAgropecuario la Platina. 25: 8-13.

10.Goren, R., M. Huberman, and E. E. Goldschmidt. 2004. Girdling: Physiological and horticultural aspects. Hort. Rev. 30: 1-36.

11.Hofman, P. J., L. G. Smith, D. C. Joyce, and G. I. Johnso. 1997. Bagging of mango (Mangiferaindica cv. 'Keitt') fruit influences fruit quality and -mineral composition. Postharvest Biol. Technol. 12: 83-91.

12.Jia, H. J., A. Araki, and G. Okamoto. 2005. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of 'Hakuho' peach (PrunuspersicaBatsch). Postharvest Bio. Technol. 35: 61-68.

13.Johns, G. G. and K. J. Scott. 1989. Delayed haversting of bananas with 'sealed' covers on bunches: 2. Effect on fruit yield and quality. Aust. J. Exp. Agric. 29： 727-733.

14.Mars, M., R. Abderrazak, and M. Marrakchi. 1994. Study on quality variability in citrus fruit harvested from the same tree: I. Effects of harvest date, fruit orientation and position in the foliage. Fruits 49: 269–278.

15.Nobel, P. S. and E. De la Barrera. 2004. CO_2 uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, Hylocereusundatus. Ann. Appl. Biol. 144: 1-8.

16.Tyas, J. A., P. J. Hofman, S. J. R. Underhill, and K. L. Bell. 1998. Fruit canopy position and panicle bagging affects yield and quality of 'Tai So' lychee. Sci. Hortic. 72: 203-213.

17.Wang, H. C., X. M. Huang, G. B. Hu, Z. Y. Yang, and H. B. Huang. 2005. A comparative study of chlorophyll loss and its related mechanism during fruit matura-

tion in the pericarp of fast- and slow-degreening litchi pericarp. Sci. Hortic. 106: 247-257.

Effects of bagging and girding of fruit growth of the Hylocereus undatus

Shiou-Tng Huang, Huey-Ling Lin

National of Horticulture, National Chung Hsing Univerity

Abstract

Bagging practice reduces the transparent rate of light and causes the decrease in chlorophyll content which increases color turning of pitaya fruits. Girdling treatment mainly influences the phloem transport and the partitioning of leaf photosynthetic assimilates. Fruit acidity of pitaya reaches to a peak temporarily right before the fruit color turning. To figure out the relation of fruit acidity and color turning, and whether the change in fruit acidity is due to photosynthetic assimilate transportation as the substance for color turning, bagging and girdling treatments were applied. Bagging increased peel lightness of pitaya fruit, and has no significant influence to fruit quality. Girdling treatment at 16 days after anthesis caused early color turning and induced fruit ripening. Besides, Girdling also significantly decreased fruit size, titratable acidity, organic acid content, soluble sugar, glucose, fructose content, and delays the peak of organic acid assimilation. This may due to the reduced supplement of photosynthetic assimilate by girdling in this stage, which underwent vigorousstarch synthesis. According to our data, whether the synthesis of organic acid in fruit provide critical substance for peel color turning was unclear, further research will perform.

紅肉種紅龍果採後生理與處理技術之研究

臺灣大學園藝暨景觀學系　許庭瑄、吳俊達

摘　要

比較國內主要紅肉種紅龍果栽培品種‘大紅’、‘蜜寶’、‘石火泉’果實生長發育，三者進程相似，花後25-30天為轉色期，品質發生明顯變化，包括果肉軟化達到穩定(降至3.0 N)、可溶性固形物逐漸累積(增至13.3%)、可滴定酸由最高點急劇下降(降至0.33%)、果肉澱粉消失、果皮與果肉紅色素累積。花後30-32天達採收最低成熟度，延後採收有助於果實品質與產量提升，建議採收適期‘石火泉’為花後34-36天，‘大紅’與‘蜜寶’為花後34-38天。‘蜜寶’果皮厚(4.5 mm)、苞片最硬12.1 N、酸度高(0.34%)，在20℃較耐貯運，貯運壽命達18天，唯對低溫耐受性差。‘石火泉’果皮最薄(1.2 mm)、苞片硬度9.6 N，在20℃只有9天貯藏壽命，最不耐貯運，但其對低溫最具耐受性，5℃貯藏壽命相似於其他兩個品種。果皮病害為採後主要劣變原因。5℃為建議貯運溫度，貯藏壽命約3週。

關鍵字：紅肉種紅龍果、果實發育、採收成熟度、寒害

前　言

紅肉種紅龍果泛指紅皮紅肉種(*Hylocereu spolyrhizus*(Weber)Britt.＆ Rose)及紅皮紫紅肉種(*H. costaricensis* (Weber) Britt. & Rose)(顏，2005; Le Bellec and Vaillant, 2011)，是仙人掌科(Cactaceae)三角柱屬多年生攀緣性肉質常綠果樹，原產於南墨西哥、太平洋周邊之中南美洲諸國(Mizrahi et al., 1997; Le Bellec et al., 2006; Le Bellec and Vaillant, 2011)。其植株生育強健，喜歡溫暖潮溼氣候，對土壤環境適應性廣，是開發邊緣地區及克服不良氣候環境之最佳作物，且少有嚴重病蟲害，堪稱是安全健康的果品，極適合發展有機栽培之果樹(顏，2005；Mizrahi et al., 1997; Le Bellec and Vaillant, 2011)；且其果肉富含特殊的甜菜苷色素(betalains)(Wybraniec et al., 2001; Stintzing et al., 2002; Wybraniec and Mizrahi, 2002; Phebe et al., 2009)，抗氧化能力佳，是台灣其他鮮食水果所少有的生機成份。

近年來，由於台灣民間引種與雜交選育出適合我國風土氣候多種優良紅

肉紅龍果品種，如‘福龍’、‘帝龍’、‘石火泉’、‘蜜寶’及‘大紅’等，在加上成功的開發產期調節技術(顏，2005; Jiang et al., 2012)，因此目前已有大規模栽培，是台灣極具潛力的新興果樹。紅肉種紅龍果也是我國新興外銷水果種類，主要出口市場為中國大陸、香港及加拿大。紅肉種產期較白肉種長；果肉平均總可溶性固形物15%以上，亦較白肉種為高，且富含特殊的甜菜苷色素機能性成份，有別於東南亞常見的白肉種，不論內外銷市場均具競爭優勢。本研究針對國內主要紅肉種紅龍果栽培品種，調查比較果實成熟度品質變化與貯藏壽命，分析採後果實劣變原因，作為內、外銷適合品種選擇與各栽培種最佳採收成熟度之參考。

材料方法

(一)植物材料

‘大紅’、‘石火泉’、‘蜜寶’紅肉種紅龍果，於盛花當日標定花朵，並進行人工授粉與套袋。果實採後裝箱常溫宅配寄送，於隔日運抵臺灣大學園藝暨景觀學系園產品處理室。

(二)果實發育曲線調查

由花後5天開始調查，直到花後50天結束，每隔5日調查一次，並於轉色期間(花後25至35天)每日採樣調查，每次5個果實，試驗重複3次。

(三)採收成熟度與貯藏試驗

果實於花後32、34、36天採收，以塑膠袋包裝，貯藏於20℃、10℃、5℃及0℃四個溫度，每處理每2週取出5顆果實樣品於20℃回溫，進行品質分析，試驗重複3次。

(四)品質分析

1.重量與鮮重百分率

利用電子天平分別測量果實鮮重、果肉鮮重。果肉率(%)=果肉鮮重÷果實鮮重×100%

2.果長與果寬

利用游標卡尺測量樣品長度及寬度。果長為果實之花柱端至果梗端之間的長度；果寬則測量赤道部位最寬的距離。果肉長與寬分別為果肉之縱軸最長距離與果肉赤道部位最長距離。果皮厚度 = (果寬-果肉寬)÷2計算而得。

3.苞片長、寬與厚度測定

隨機取果實3列苞片中任一列由花柱端向果梗端算起第2片苞片，以游標尺測量該苞片長度、苞片附著於果面基部寬度、苞片長度中點厚度表示。

4.硬度

果實縱切後，以TA-XTPlus Texture Analyser(Stable Micro Systems, UK)配備直徑0.8 cm圓柱狀壓棒測定近花柱端、果心、近果梗端三點果肉垂直穿刺10 mm所需的力量。果肉硬度以Newton (N)表示。

5.果實外觀及果肉色澤測定

果實赤道部位隨機選取間隔約120°的3點，而果肉色澤乃以果實縱切面花柱端、果心、果梗端3點，以LMG160筆式色差計測定果皮色澤，以LMG160筆式色差計測定果皮色澤，分別測定L、a、b 值。以｜b/a｜tan^{-1}計算色相角(hue angle；θ value)表示。

6.總可溶性固形物與可滴定酸含量

秤取果肉20 g進行榨汁過濾後，以PR-1型折光計(Atago公司，Japan)直接讀出可溶性固形物含量。可溶性固形物含量以%表示。秤取5g果汁樣品，以905 Titrand酸度滴定儀(Metrohm公司，Switzerland)測定，利用0.1 N NaOH滴定至pH 8.2為終點，由消耗的NaOH量推算果汁中蘋果酸之當量表示(黃和林，2009)。可滴定酸含量以每100 g果汁所含蘋果酸量(%)表示。

7.果腐感染率與嚴重程度

以肉眼檢視果實表面積果腐發展情形，「罹病率」以發生果腐果實數/總觀察果實數表示。「病斑面積」是以果腐面積在果實表面所佔面積百分比表示。

8.低溫敏感性調查

檢測經不同低溫貯藏回溫果實縱切面組織水浸狀等寒害徵狀(王，2006)發生的嚴重性，嚴重程度以肉眼估計寒害徵狀出現面積比例，並以計分方式

表示，寒害指數0表示無寒害徵狀；1表示輕微寒害(面積1-10%)；2表示輕度寒害(面積達11-25%)；3表示中度嚴重(面積達26-50%)；4表示高度寒害(面積達51-75%)；5表示嚴重寒害(面積大於果實面積達76%以上)。

結果與討論

(一)紅肉種紅龍果果實發育期間形質變化

'大紅'、'蜜寶'、'石火泉'三個品種紅肉種紅龍果果實發育進程相似(圖1)，著果後果重持續上升，其中'大紅'(圖2)與'蜜寶'(圖3)果重增加較'石火泉'(圖4)快速，花後39天'大紅'與'蜜寶'果實鮮重分別為650與565 g，而'石火泉'果實較輕，僅508 g。果實發育前期呈橢圓型；但發育後期果寬增加明顯而呈現圓型(圖1)。

果實發育初期縱切面赤道部位果皮及苞片厚度皆逐漸上升，'大紅'與'蜜寶'果皮厚度分別於花後20天與25天達到最厚約12 mm，而'石火泉'果皮厚度最薄，花後15天已達到果皮最厚厚度10 mm，隨後三品種果皮皆漸漸薄化。採收時果皮厚度以'蜜寶'3.5 mm最厚(圖1)。三個品種苞片長度與寬度變化亦相似，苞片於花後28-30天達到最厚，果皮轉色後明顯變薄。苞片硬度隨果實發育而逐漸下降，起初三者苞片硬度相當，約13-15 N；果實發育後期，'蜜寶'苞片硬度維持較高，收穫時苞片硬度約12 N，而'大紅'與'石火泉'分別為8.7 N與8.9 N。

花後25-30天為果實轉色期，果肉較果皮先轉色，由中心部位開始轉紅(圖1)，色相角由90°(綠色)快速上升至340°(紫紅色)。花後27天果皮由內側(即鄰近果肉部位)開始轉色，色相角由110°(綠色)快速降至30°(紅色)(圖1)，花後30-32天果皮完全轉紅，之後果皮紅色會更為加深，彩度變大(圖1)。果實轉色期間伴隨著多項品質變化，果肉硬度由降低達到穩定；可溶性固形物逐漸累積，其中'大紅'可溶性固形物最高，花後41天可累積至15%(圖2)，而'蜜寶'及'石火泉'約為12%(圖3、4)；可滴定酸於花後25天累積至最高點約1.10-1.63%，果實轉色後可滴定酸急遽下降，發育後期'蜜寶'可滴定酸含量較其餘兩者高，花後41天仍維持在0.34%(圖3)，而'大紅'及'石火泉'分別為0.20%及0.37%(圖2、4)；三個品種果實果肉澱粉皆於轉色後逐漸消失(圖2-4)。

比較三個參試品種完熟果風味而言，'大紅'可溶性固型物最高(15%)、可

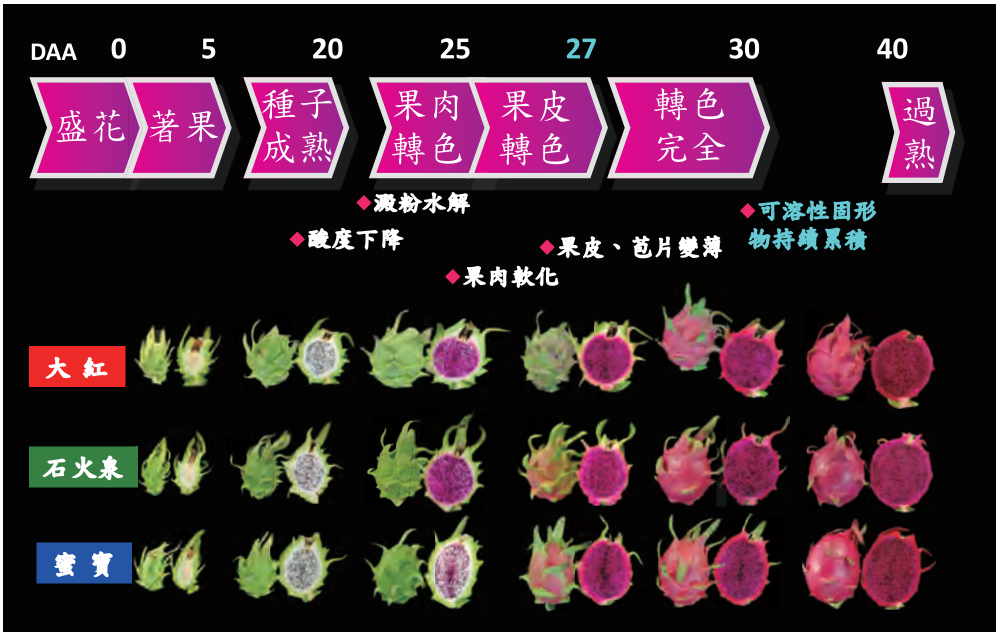


圖1、紅肉種紅龍果品種果實生長發育進程之比較

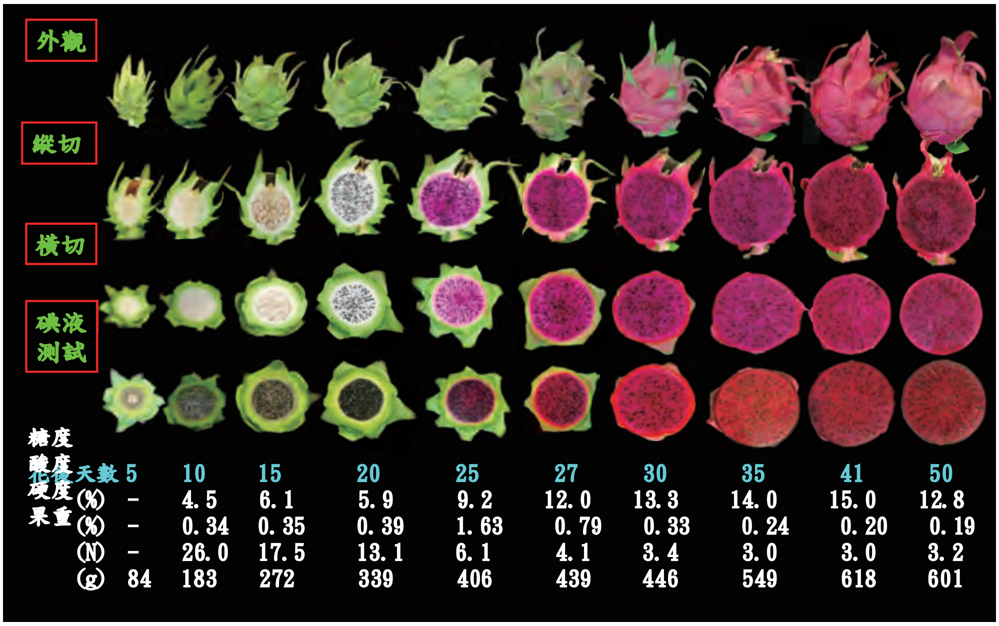


圖2、‘大紅’紅肉種紅龍果果實發育形質變化

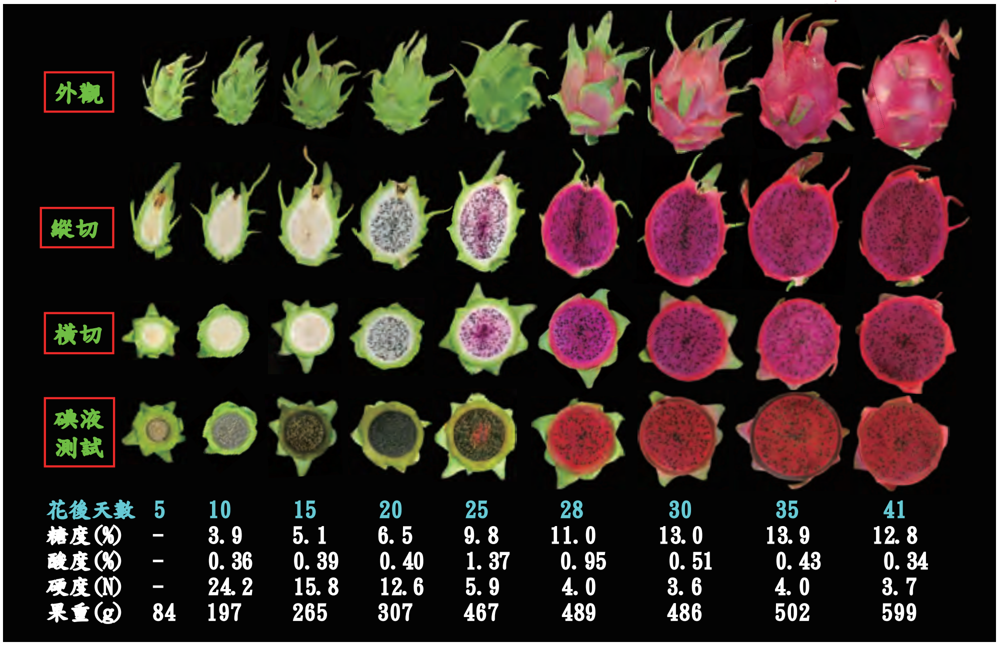


圖3、‘蜜寶’紅肉種紅龍果果實發育形質變化

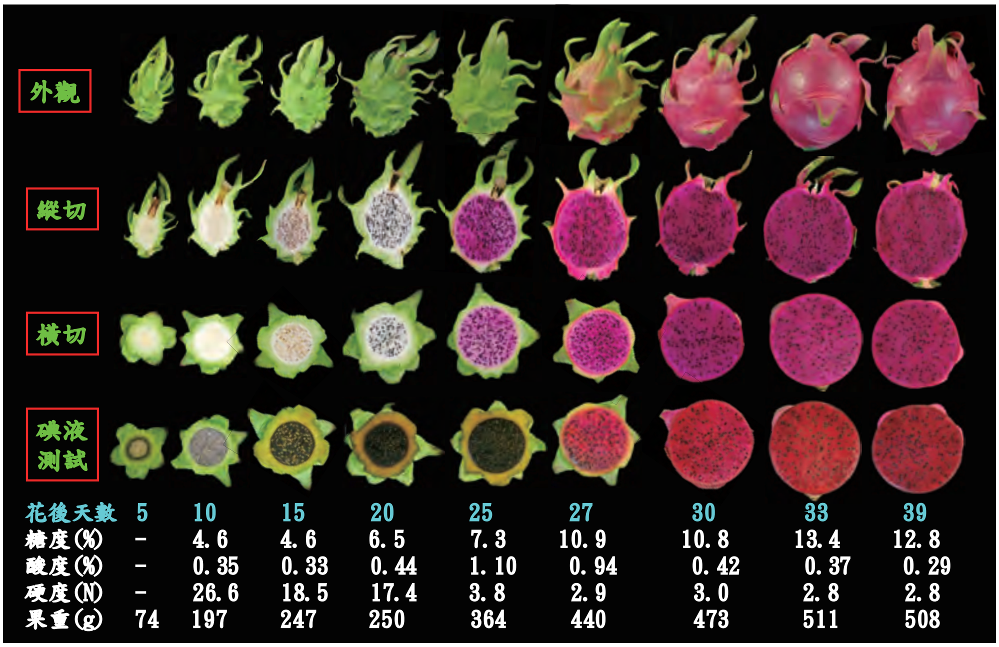
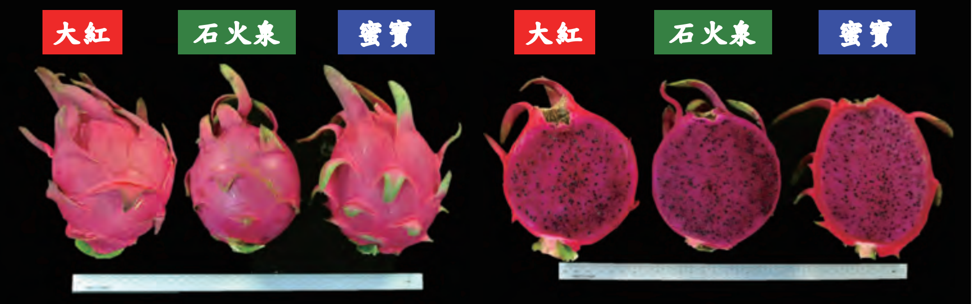


圖4、‘石火泉’紅肉種紅龍果果實發育形質變化



	果重(g)	果皮厚度 (mm)	果肉硬度 (N)	苞片硬度 (N)	可溶性固形物 (%)	可滴定酸 (%)
大 紅	549 ±24	2.6 ±0.3	3.0 ±0.08	8.7 ±0.9	14 ±0.2	0.24 ±0.01
石火泉	444 ±38	2.1 ±0.4	2.6 ±0.07	8.9 ±0.9	11.7 ±0.3	0.36 ±0.02
蜜 寶	502 ±16	3.5 ±0.3	4.0 ±0.20	12.3 ±1.1	13.9 ±0.4	0.43 ±0.02

圖5、紅肉種紅龍果品種果實成熟果實特性比較

滴定酸最低(0.19%)，糖酸比高，風味最佳。‘石火泉’與‘蜜寶’可溶性固型物相似(約12%)，但後者因為酸度在三品種中最高(0.34%)，所以鮮採果實的適口性不如另外兩者，唯其果肉硬度最緊實(4 N)，口感較佳。‘石火泉’風味不錯，但果肉質地最軟(2.5 N)，冷藏後可以稍微改善。

由紅肉種紅龍果果實發育的變化評估採收期，花後25-30天為轉色期，果肉澱粉水解成可溶性糖，因此可溶性固型物迅速增加，酸度急遽降低，紫紅色的甜菜苷色素開始合成，風味品質逐漸形成，花後30-32天果皮完全轉紅，為最低採收成熟度。延後採收，可溶性固型物持續累積，酸度亦微幅下降，果皮與果肉顏色更為加深，果重繼續增重，對食用品質與產量都有助益；然而果實掛樹超過花後37-40天，裂果情況逐漸發生，‘石火泉’於花後37天即有裂果情形，推測可能與其果皮厚度較薄(1.2 mm)有關，所以該品種採收最適期建議為花後34-36天；‘大紅’與‘蜜寶’果皮較厚，分別為2.2和4.5 mm，建議花後34-38天採收，風味品質最佳。

(二)不同溫度貯藏試驗

測試三個參試品種紅龍果果實貯藏於20℃、10℃、5℃、0℃果實、20℃

回溫3天貯藏性比較。‘石火泉’貯藏於20℃、相對濕度90%環境，經6天即可見苞片萎凋現象，貯藏9天後病害發生失去商品價值；而‘大紅’於20℃貯藏7天苞片萎凋，隨後病害發生，貯藏壽命約12天；‘蜜寶’在20℃貯藏壽命最長，貯放11天苞片枯萎褐變，13天病害發生，第18天喪失可售性。若貯藏於10℃條件，‘大紅’與‘石火泉’貯藏壽命2週，延長貯藏至4週回溫後果腐嚴重，病害面積超過50%、發病率60-80%；而‘蜜寶’果實於10℃貯藏至4週，回溫後病害面積28-50%、發病率100%，推估其貯藏壽命為3週。‘石火泉’果實於5℃貯藏2週回溫後果實病害面積0-4%(發病率40-100%)，5℃貯藏壽命2週；而‘大紅’與‘蜜寶’於5℃貯藏4週，病害面積分別為15-45%及42-72%，發病率皆為100%，推估5℃貯藏壽命3週；三品種果實於0℃貯藏4週，回溫後，病害面積皆小於50%(發病率100%)，推估0℃貯藏壽命3週。依據果皮病徵外觀，初步研判應為真菌*Alternaria* sp. 所引起的果腐病(蔡等，2013)。

各品種採收成熟度較高(花後36天)的果實，其貯藏起始可溶性固形物較高，採收成熟度較低(花後32天)的果實可滴定酸含量較高。貯藏後，各品種各個成熟度果實之可溶性固形物含量皆隨果實貯藏時間增加而下降，同一品種不同貯藏溫度與不同成熟度間差異並不明顯。採收成熟度較低(花後32天)的果實，貯藏期間可維持較高的苞片硬度。果實貯藏溫度愈低，苞片萎凋現象愈延緩，各品種果實於10-5℃貯藏2週，苞片硬度皆可維持在10 N以上，貯藏後期主要因病害發生導致苞片硬度下降。

‘蜜寶’對低溫最敏感，果實於10℃貯藏2週即有輕微寒害發生，果肉水浸狀，寒害發生率60-80%，寒害指數1-2；果實於0℃貯藏4週後寒害嚴重，寒害發生率100%，寒害指數皆超過4，伴隨著果肉硬度下降。‘石火泉’對低溫最不敏感，果實於10℃貯藏4週無寒害發生，果實於0℃貯藏6週寒害發生率100%，寒害指數為4；‘大紅’耐寒性介於上述兩者之間。

依照貯藏病害與寒害發生率及嚴重程度評估，‘大紅’與‘石火泉’推薦貯運溫度為5℃；‘蜜寶’貯藏於5℃雖有寒害發生，但抑制病害的效果較佳，因此推薦貯運溫度亦為5℃。‘蜜寶’具有較厚的果皮與苞片、果肉硬度高、酸度高，應該是其在20℃貯藏壽命較其他兩個品種長的原因，但是其對低溫耐受力最差，因此在5℃貯藏壽命並未能明顯超越‘大紅’與‘石火泉’。‘石火泉’果皮最薄、果肉軟，在20℃貯藏性最差；但因其耐寒性較佳，不易發生果肉水浸狀寒害現象，擺放在5℃的壽命與其他品種相當。

總結以上結果，果實採收成熟度影響紅肉種紅龍果風味品質甚鉅，完全轉色後延後採收有助於可溶性固型物累積與酸度下降，因而提高糖酸比。紅肉種紅龍果採後主要劣變原因為果皮病害，苞片失水萎凋問題並不像白肉種紅龍果明顯(陳和吳，2012)，因為紅肉種苞片較短而不顯眼，在加上本試驗果實樣品並未經過熱處理(例如蒸熱檢疫處理)，苞片萎凋問題本來就較小，抑制或延緩果皮病徵發展，是紅肉種紅龍果延長貯運性需要優先克服的問題。

致　謝

本研究承蒙農糧署102農科-9.2.2-糧-Z1(1)計劃經費支持，謹致謝忱。

參考文獻

1.王智立、林正忠. 2005. 紅龍果果腐病及仙人掌莖腐病.植病會刊. 14(4):269-274.

2.王蕙巧. 2006. 紅龍果果實生長發育之理化特性與採後生理之研究. 屏東科技大學農園生產系碩士論文. 屏東.

3.陳俞安、吳俊達. 2012. 白肉種紅龍果果實發育與採收成熟度之研究. p.45-63. 刊於：柯立祥、梁佑慎(主編)園產品採後處理技術研討會專刊. 國立屏東科技大學農園生產系編印. 屏東.

4.黃琇婷、林慧玲. 2009. 紅龍果果實生長期間果實和肉質莖組成分之變化. 臺灣園藝 55:31-42.

5.張鳳如、顏昌瑞. 1997. 仙人掌果(*Hylocereus undatus Britt.* & Rose)之開花與果實生長. 中國園藝 43:314-321.

6.劉碧鵑. 2010. 台灣紅龍果的栽培. 農業試驗所特刊144號. 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所印製.

7.蔡志濃、林筑蘋、安寶貞、鄧汀欽、廖吉彥、倪蕙芳、楊宏仁. 2013. 紅龍果的重要病害及其防治(下). 農業試驗所技術服務 96(24):4-7.

8.顏昌瑞. 2005. 紅龍果. p. 173-176. 台灣農家要覽增修訂三版農作篇(二). 行政院農業委員會.

9.Jamilah, B., C. E. Shu, M. Kharidah, M. A. Dzulkifly, and A. Noranizan. 2011.

Physico-chemical characteristics of red pitaya (Hylocereus polyrhizus) peel. International Food Research Journal 18:279-286.

10.Jiang, Y.-L., Y.-Y. Liao, T.-S. Lin, C.-L. Lee, C.-R. Yen, and W.-J. Yang. 2012. The photoperiod-regulated bud formation of red pitaya (*Hylocereus* sp.). HortScience 47:1063-1067.

11.Le Bellec, F., F. Vaillant. 2011. Pitahaya (pitaya) (*Hylocereus* spp.). p.247-271. In: Yahia, E. M. (ed.). Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruit Vol. 4 mangosteen to white sapote. Woodhead Publishing, Oxford, UK.

12.Le Bellec, F., F. Vaillant, and E. Imbert. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. Fruits 61:237-250.

13.Mizrahi, Y., A. Nerd, and P. S. Nobel. 1997. Cacti as crops. Horticultural Reviews 18:292-320.

14.Nerd, A., F. Gutman, and Y. Mizrahi. 1999. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two Hylocereus species (Cactaceae). Postharvest Biology and Technology 17:39-45.

15.Phebe, D., M. K. Chew, A. A. Suraini, O. M. Lai, and O. A. Janna. 2009. Red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit colour and betacyanin content depend on maturity. International Food Research Journal 16: 233-242.

16.Stintzing, F. C., A. Schieber, and R. Carle. 2002. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose. Food Chemistry 77:101–106.

17.Wybraniec, S. and Y. Mizrahi. 2002. Fruit flesh betacyanin pigments in *Hylocereus* cacti. Journal of Agricultural and Food Science 50:6086-6089.

18.Wybraniec, S., I. Platzner, S.Geresh, H. E. Gottlieb, M. Haimberg, M. Mogilnitzki, and Y. Mizrahi. 2001. Betacyanins from vine cactus Hylocereus polyrhizus. Phytochemistry 58:1209-1212.

Study of physiology and treatment technology for red pitaya fruit harvest

Ting-Hsuan Xu, Chun-Ta Wu

National Taiwan University Department of Horticulture and Landscape Architecture

Abstract

The patterns of fruit development of three major red-fleshed pitaya cultivars in Taiwan, namely 'Da Hong', 'Mi Bao', and 'Shih Huo Cyuan', were similar. It took 25-30 days from blooming to color break stage. Several quality attributes change during the ripening phase, including flesh softening (to 3.0 N), increase of total soluble contents (to 13.3 %), decline of titratable acidity (to 0.33 %), starch hydrolysis, and accumulation of red pigment in peel and flesh. The minimum harvest maturity was 30-32 days after anthesis (DAA); however, the fruit quality and yield continued to be enhance when the fruit retains on the plant after ripening. The recommended harvest maturity was 34-36 DAA for 'Shih Huo Cyuan' and 34-38 DAA for 'Da Hong' and 'Mi Bao', respectively. 'Mi Bao' had the longest storage life, 18 days, among the three cultivars at 20℃, which was attributed to its thicker peel (4.5 mm), taught bract (12.1 N), and high acidity (0.34 %); but this commodity was highly chilling intolerance. In contrast, although 'Shih Huo Cyuan' was characterized with thinner peel (1.2 mm), low bract strength (9.6 N), and short market longevity (9 days) at 20℃, it exhibited the best tolerance to cold temperature and, therefore, the postharvest life at 5℃ was similar to the others. Pathological breakdown at peel was the major factor causing deterioration in these fruit products. The storage life was 3 weeks at 5℃, the recommended temperature for storage and transportation of red-fleshed pitaya.

Key words：Red-fleshed pitaya; Fruit development; Harvest maturity; Chilling injury

紅龍果採後處理技術與採前因子影響

農業試驗所作物組　徐敏記
鳳山熱帶園藝試驗分所果樹系　劉碧鵑

摘　要

紅龍果產地以中南部為主，另包含東部部分產區，調查台灣中部(二林)與南部(新化)產區之7、8月(夏果)與10、11月(冬果)生產之白肉紅龍果低溫貯放情形。結果顯示以寒害程度而言，中部並無明顯趨勢有較耐低溫貯放情形，無論101與102年度均同，但相同點為貯放時間越長則寒害發生越嚴重,病害部分則與栽培及氣候因素有關，低溫貯放時間越長或溫度越高,則病害發生率也隨之增高，依目前資料顯示，低溫放置約20日或3周後，病害有顯著增加趨勢，因此建議低溫貯放下若要避免病害孳生危害，時間勿多於3周。

熱帶果樹常因長年生長於氣候較炎熱地區，因此果品承受低溫逆境能力低及寒害發生率較高。因此分別試驗紅龍果在不同貯藏溫度與包裝方式低溫貯放試驗下，包裝方式以打孔PE袋配合不織布袋低溫貯藏下較佳，0℃低溫貯放逾20日下仍無寒害產生，有較佳表現。

外銷果實部分國家則須配合蒸熱處理廠之設施與流程，果心溫度須達46.5℃ 30分鐘，因此處理流程總計約需2.5至3.5小時，再以低溫運輸方式輸送至海關出境。因此測試不同成熟度與不同套袋方式之白肉紅龍果進行模擬蒸熱處理，結果顯示蒸熱處理可減少病害發生，且不易造成果皮軟化腐爛。不同成熟度果實蒸熱處理後鱗片並無明顯差異，品質無大改變；不同套袋方式生產之紅龍果情況類似，外觀顏色主要仍取決於套袋樣式。

關鍵字：紅龍果、採後處理、採前因子、果實

前　言

紅龍果又名龍珠果、火龍果等，屬仙人掌科三角柱屬多年生攀緣性肉質植物，原產於中南美洲各國(劉，2010；Le Bellec et al., 2006；Le Bellec and Vaillant, 2011)。為國際上新興之優質果樹，植株耐熱、生育強健且對土壤環境適應性廣，果肉可溶性固形物含量在17-19°Brix間，主要糖類為葡萄糖、果糖與少部分的蔗糖，且含有豐富的纖維素與維生素等(Wu et al.,1997)，是

現代人的保健水果選擇之一，並適合發展為有機栽培之果樹(廖等，2010；顏，2005)；紅肉紅龍果之果肉富含特殊的甜菜苷色素(betalains)(Kanner *et al.*, 2002., Stintzing *et al.*, 2002;Phebe *et al.*, 2009)，抗氧化能力佳，其低量即可抑制細胞膜上的脂質過氧化與血紅素的分解，是台灣其他鮮食水果所少有的生機成份。

台灣紅龍果的產業近年因自花授粉品種廣被栽植，產業發展快速，加上已成功開發相關產調技術，與進行燈照催花技術等研究，(顏，2005; Jiang *et al.*, 2012)，目前國內市場仍有供應不足的問題。也因如此，部分市場轉向出口，主要市場為中國大陸、香港及加拿大，日本則為近年來通過之需檢疫處理市場(廖等，2010)。紅龍果採收後果實鱗片易於貯放期間脫水與老化，低溫高濕貯藏與運輸則有病害問題(蔡等，2013)，如紅龍果果腐病(冷藏過後果實以*Alternaria*為最多)，並因此紅龍果採後處理技術便日趨重要，因此本研究提供有關紅龍果之栽培與採收時間、貯運包裝方式與外銷蒸熱處理之參考。

材料方法

(一)材料使用

試驗所用之果品分別採自彰化二林產、台南新化與台中外埔所生產的白肉種紅龍果(如圖1.所示)。果實於當日採收後隨即裝箱運送至台中霧峰農業試驗所進行相關試驗(2-3小時內抵達)，儘量降低運送過程中所造成之品質劣變。

(二)產區氣象因子背景資料蒐集

中(以台中改良場(大村)為代表)南(台南改良場(新化)為代表)產區之溫濕度氣象資料，乃採自中央氣象局農業氣象觀測網(http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/agri/agrb.htm)資料庫，調查期間分別自六月上旬至十月上旬(果實發育期間)，分別選取旬均溫、旬高溫、旬低溫與土下五公分之均溫進行紀錄分析。

(三)採收成熟度與貯藏試驗

每批樣品共計調查145顆，以0℃、3℃、5℃ 三種不同溫度處理，分別貯藏7天、14天、21天後，再與室溫放置3天後為對照調查各處理別之果實品質

，每溫度別與貯放時間各調查15顆果實(7顆測出庫當日品質、8顆為室溫放置3日後測)。

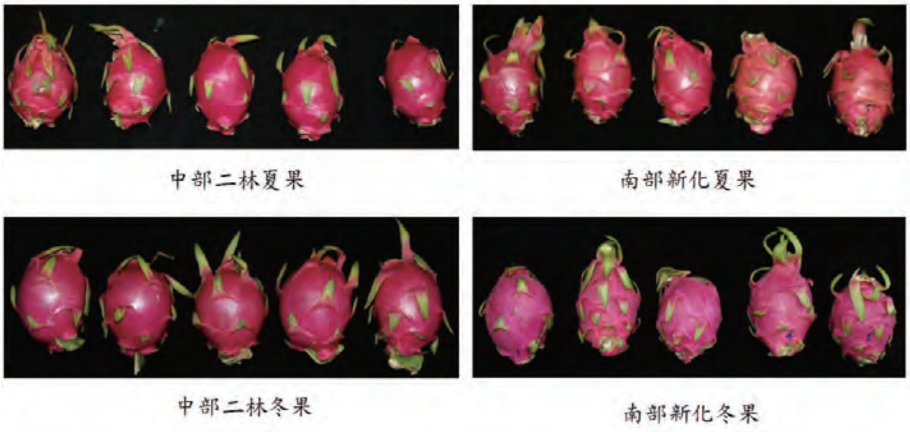


圖1、中、南部產區夏果與冬果鮮採情形

(四)品質分析

1.重量

利用電子天平測量果實的重量，讀值取至小數點第二位，以g表示。

2.可溶性固形物(°Brix)

秤取果肉20 g以手動壓榨器壓碎榨汁過濾後，取數滴經充分混合均勻的果汁樣品，以PR-1型折光計(Atago公司，Japan)直接讀出可溶性固形物含量。可溶性固形物含量以%表示。

3.可滴定酸(%)

秤取5 g果汁樣品，以905 Titrand酸度滴定儀(Metrohm公司，Switzerland)測定，利用0.1 N NaOH滴定至pH 8.2為終點，由消耗的NaOH量推算果汁中蘋果酸之當量表示(Warren and Sargent, 2011)。可滴定酸含量以每100 g果汁所含蘋果酸量(%)表示。

4.鱗片顏色、皺縮程度與整體外觀

檢測經不同時間貯藏回溫之果實鱗片顏色、皺縮程度與整體外觀進行評

分，分別計分方式如下：指數5分為最高、指數1分為最低，3分為仍可販賣之最低分數。

5.夏果、冬果寒、病害調查

檢測經不同低溫貯藏時間下回溫1-3天果實寒害徵狀發生程度，若一有寒害產生即列入寒害顆數，病害部分同。

6.果腐感染率與嚴重程度

以肉眼檢視果實表面積果腐發展情形，「病害面積」是以果腐面積在果實表面所佔面積百分比表示，無病害徵狀(面積0%)；輕度病害(面積1-10%)；中度病害(面積達11-25%)；重度病害(面積達26-50%)

(五)模擬蒸熱處理

試驗方式仿照外銷果實，模擬日本(檢疫國)外銷檢疫處理作業模式，先以蒸熱處理模擬機(TOHO TTM-300型)進行蒸熱處理，模擬與青果社石岡分社實際操作溫度變化紀錄相似之模式進行試驗，實際試驗溫度如圖3所示，確認兩者溫度變化近似後方才進行試驗。經模擬蒸熱處理完之果實以微風吹拂20分鐘(室溫25度)後，分別再打孔PE袋套不織布袋，外再加上疏果網包覆，內含九顆果實裝箱後進行低溫貯放，貯放溫度為5℃，庫內濕度為85-90%，貯放時間為7日，7日後取出分別調查出庫與三日後之重量、糖度、鱗片皺縮程度與整體外觀。

結果與討論

(一)不同季節產之紅龍果低溫貯藏之探討

不同季節常因各項氣候因素(氣溫、雨量、日照等)，進而影響當季之水果保鮮貯放時間，如以熱帶水果蓮霧為例，夏果在15℃以下則易遭受寒害，冬果則可放置於10℃以上15℃以下仍無或輕微。因此進行夏果(8月與10月)與晚期生產之冬果(11月)生產之紅龍果低溫貯放後品質調查。選擇調查地點包含中部(二林)與南部(新化)代表產地各一處。

溫度調查結果，夏果從開花到採收中部與南部地區所需時間均為33天(圖2.)，冬果則受到氣溫影響，時間延長至40天(如遇寒流會更久)，中部與南部地區自開花至採收時間類似(差距兩日內)。經觀察中部與南部地區，夏果

部分於開花至收穫時溫度變化差異不大，冬果則中部地區收穫前兩周均溫低約2℃；土溫部分(地下5公分處)則以中部地區較高，高約2℃(圖3.)，但在收穫前寒流下來後則與南部地區同。而最高溫均以南部地區較高，夏果生產期高約2℃，冬果生產期則部分時間高約1至2℃。整體而言中南部產地差異點在於是否有寒流抵台，若有則均溫有所差異。

調查結果顯示以寒害程度而言，無論中部與南部地區所採的夏果與冬果中部與南部地區，中部產區並沒有顯示有較耐低溫貯放的情形，相同的是隨著貯放時間越長則寒害發生越嚴重，而置放至三日後部分果實有恢復現象，致使寒害情形下降，推測可能為低溫造成略有寒害表徵，而回溫後果實仍具活力因而代謝掉有害物質造成復性(Pentzer and Heinze, 1954)，但此項仍需進行試驗映證。結果反而是部分貯放條件下，南部地區有較佳情況(表1、2)，病害部分則與栽培情形及氣候因素相關，低溫貯放時間越長或溫度越高，則病害發生率也隨之增高，依目前資料顯示，低溫貯藏至三周後，病害有明顯增加的趨勢，因此建議低溫貯放下若要避免回溫後病害孳生危害，時間勿多於20日。

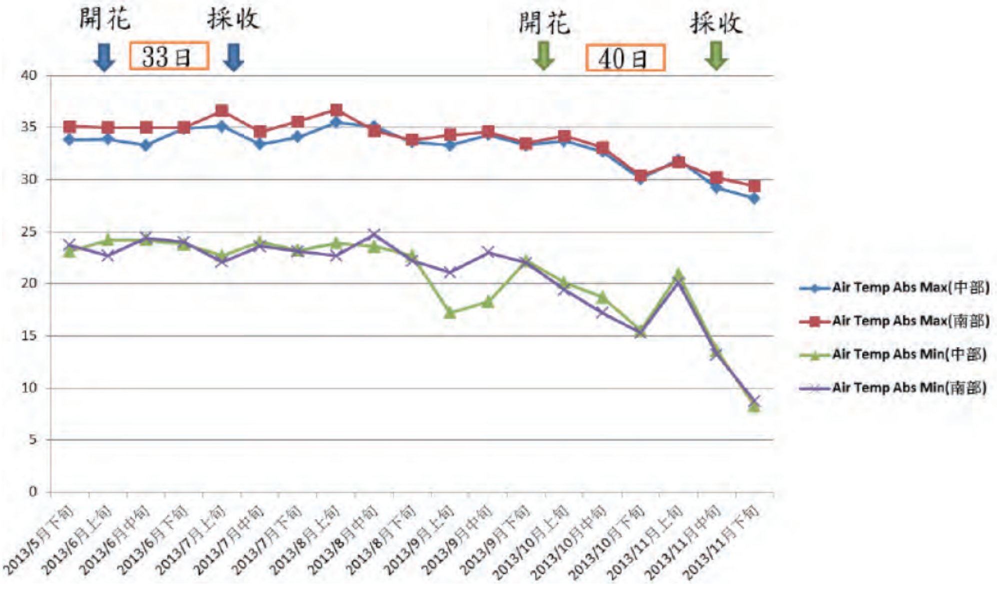


圖2、中部與南部高溫與低溫變化情形

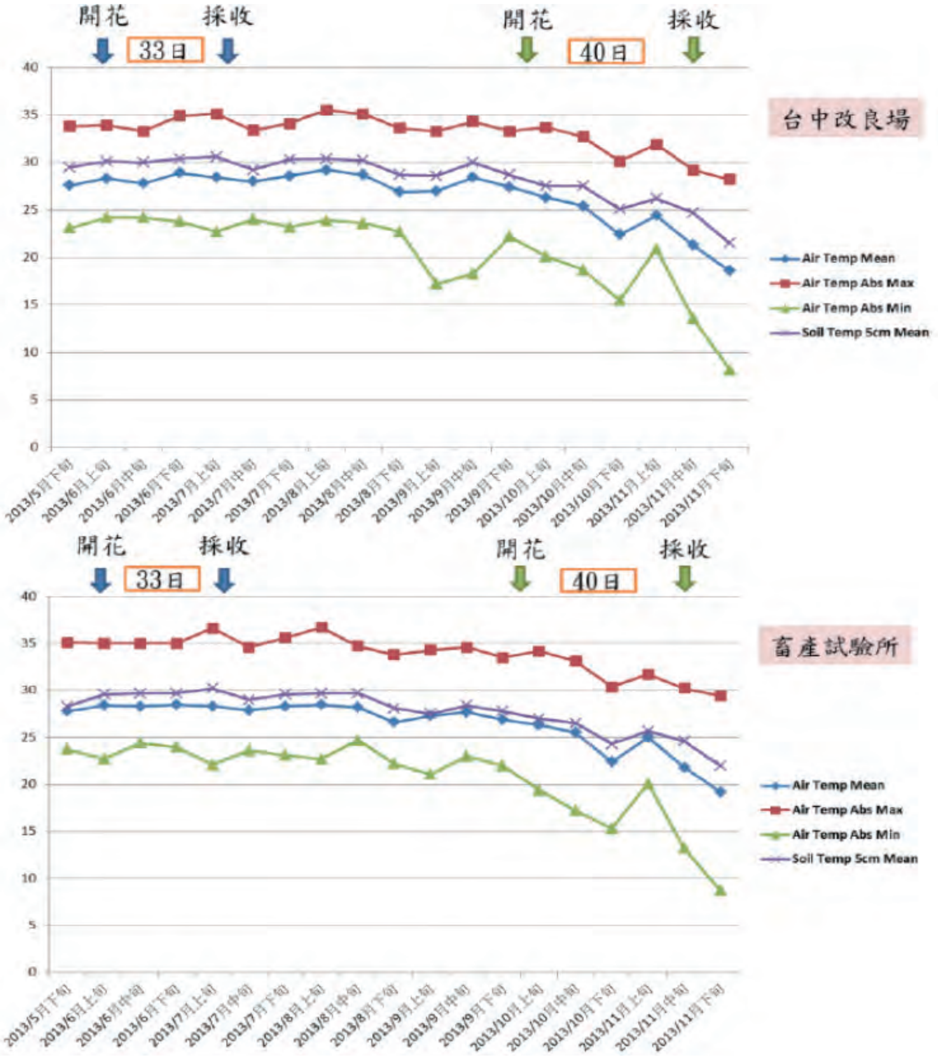


圖3、中部與南部採收時間溫度變化(均溫、高溫、低溫與5公分深土溫)

(二)不同貯藏溫度與包裝方式之紅龍果保鮮研究

熱帶果樹常因長年生長於氣候較炎熱地區，因此果品承受低溫的能力低，寒害發生率較溫帶果樹高，本試驗設計不同貯藏溫度(0至5℃)與不同包裝方式(裸放、PE袋、不織布袋及PE袋配合不織布袋)進行調查，冀希降低紅龍果低溫貯藏寒害發生率，並延長現有果品貯藏時間以調節供果期。

不織布(non-woven fabric, non-woven cloth)又叫無紡布，具有質輕柔軟，且熱能傳導性低，可避免因溫度劇烈起伏，同時其具親水性可吸水，可避免因冷藏室的低溫而產生結露等特性，讓病害蔓延。利用不織布作為水果包裝之材料，包括用於直接包覆及襯墊等，亦依不同水果之特求作成不同之形狀，避免水果運輸及販售過程之碰撞及損傷，有助於品質之維持。

表1、不同產區之夏果其處理溫度對紅龍果病害的影響

三周貯放

產區	貯藏溫度	出庫當天寒病害 寒害顆數	出庫當天寒病害 病害顆數	出庫3天寒病害 寒害顆數	出庫3天寒病害 病害顆數
中部夏果	0℃	15	3	8	8
	3℃	15	3	8	8
	5℃	12	7	8	8
		試驗共15顆		試驗共8顆	
南部夏果	0℃	12	10	8	8
	3℃	11	11	8	8
	5℃	12	12	8	8
		試驗共15顆		試驗共8顆	

表2、不同產區之冬果其處理溫度對紅龍果病害的影響

三周貯放

產區	貯藏溫度	出庫當天寒病害 寒害顆數	出庫當天寒病害 病害顆數	出庫3天寒病害 寒害顆數	出庫3天寒病害 病害顆數
中部冬果	0℃	15	8	8	8
	3℃	15	5	8	8
	5℃	12	3	8	8
		15顆		8顆	
南部冬果	0℃	12	10	5	1
	3℃	11	11	1	1
	5℃	12	12	3	2
		15顆		8顆	

試驗材料採自台中市外埔區所產之白肉種紅龍果，共計處理白肉205顆，經0℃、3℃、5℃貯藏10天、20天、30天後室溫放置3天後測品質，包裝方式分為：裸放+疏果網、打孔PE袋包裝+疏果網、不織布袋+疏果網、不織布袋+打孔PE袋+疏果網四種，每處理及溫度10顆果實，果實經貯藏後後放置室溫回溫3天後作品質測試。

結果顯示低溫貯放下，溫度越低出庫後鱗片顏色也隨之黯淡（表3），就四種包裝比較上而言，打孔PE袋配合不織布包裝無論在0、3、5℃低溫貯藏下，鱗片顏色、皺縮程度與整體外觀都較其他包裝為佳（表3），另調查袋內

溫度變化顯示此種包裝溫度下降較為緩和，以及對於袋內有保濕，凝結水分有吸收作用，使得袋內均處於高濕環境下，配合打孔PE袋則有簡單氣體交換，避免氣變情形異味產生，同時調查在低溫貯放20日下寒病害情形，對寒害發生有顯著抑制程度(表4)，因此相對其他包裝方式，此種較適宜於低溫貯藏上。

表3、不同溫度與包裝下低溫貯藏20日後，出庫三日品質變化情形

處理	重量(g)	糖度(Brix)	鱗片顏色	鱗片皺縮程度	外觀整體
0℃裸放室溫3天	582.16 ± 12.04	13.62 ± 0.24	2.96 ± 0.20	2.86 ± 0.13	3.00 ± 0.13
0℃打孔PE室溫3天	602.28 ± 13.90	12.68 ± 0.45	3.26 ± 0.12	3.18 ± 0.16	3.26 ± 0.13
0℃不織布室溫3天	550.60 ± 15.39	12.76 ± 0.24	2.86 ± 0.26	2.48 ± 0.22	2.74 ± 0.14
0℃打孔PE袋+不織布室溫3天	558.72 ± 8.51	12.84 ± 0.20	3.34 ± 0.09	3.34 ± 0.19	3.30 ± 0.11

處理	重量(g)	糖度(Brix)	鱗片顏色	鱗片皺縮程度	外觀整體
3℃裸放室溫3天	578.42 ± 19.36	12.68 ± 0.06	3.14 ± 0.10	3.00 ± 0.06	2.92 ± 0.10
3℃打孔PE室溫3天	571.45 ± 14.35	12.64 ± 0.25	3.38 ± 0.15	3.36 ± 0.11	3.36 ± 0.14
3℃不織布室溫3天	568.13 ± 20.62	12.26 ± 0.19	3.28 ± 0.10	3.14 ± 0.07	3.36 ± 0.07
3℃打孔PE袋+不織布室溫3天	552.51 ± 20.15	12.22 ± 0.20	3.42 ± 0.07	3.32 ± 0.10	3.44 ± 0.07

處理	重量(g)	糖度(Brix)	鱗片顏色	鱗片皺縮程度	外觀整體
5℃裸放室溫3天	576.58 ± 26.42	12.86 ± 0.39	3.38 ± 0.19	3.23 ± 0.13	3.34 ± 0.18
5℃打孔PE室溫3天	593.75 ± 16.34	12.80 ± 0.34	3.48 ± 0.11	3.44 ± 0.07	3.56 ± 0.10
5℃不織布室溫3天	586.81 ± 19.84	13.20 ± 0.21	3.24 ± 0.10	3.13 ± 0.13	3.28 ± 0.12
5℃打孔PE袋+不織布室溫3天	598.75 ± 29.74	13.48 ± 0.23	3.50 ± 0.08	3.55 ± 0.06	3.43 ± 0.09

表4、不同溫度與包裝下低溫貯藏20日後，出庫三日病害與寒害變化情形

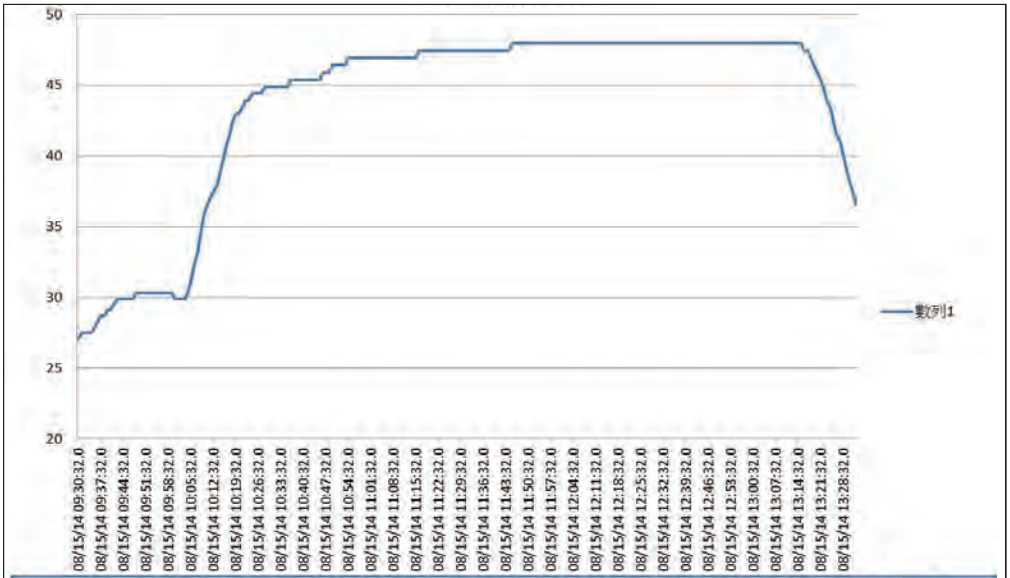
處理	出庫當天 寒害(程度)				出庫3天 寒害(程度)				出庫3天 病害(程度)			
程度	0 無	5—10 輕度	15—25 中度	30—50↑ 重度	0 無	5—10 輕度	15—25 中度	30—50↑ 重度	0 無	5—10 輕度	15—25 中度	30—50↑ 重度
0℃裸放室溫3天		80%	20%				60%	40%	100%			
0℃打孔PE室溫3天	20%	80%				20%	80%		100%			
0℃不織布室溫3天		80%	20%				40%	60%	100%			
0℃打孔PE袋+不織布室溫3天	100%					100%			100%			

處理	出庫當天 寒害(程度)				出庫3天 寒害(程度)				出庫3天 病害(程度)			
程度	0 無	5—10 輕度	15—25 中度	30—50↑ 重度	0 無	5—10 輕度	15—25 中度	30—50↑ 重度	0 無	5—10 輕度	15—25 中度	30—50↑ 重度
3℃裸放室溫3天	20%	80%			20%	60%		20%	80%	20%		
3℃打孔PE室溫3天	100%					100%			40%	60%		
3℃不織布室溫3天	100%				60%	40%			80%	20%		
3℃打孔PE袋+不織布室溫3天	100%				100%				40%	60%		

處理	出庫當天 寒害(程度)				出庫3天 寒害(程度)				出庫3天 病害(程度)			
程度	0 無	5—10 輕度	15—25 中度	30—50↑ 重度	0 無	5—10 輕度	15—25 中度	30—50↑ 重度	0 無	5—10 輕度	15—25 中度	30—50↑ 重度
5℃裸放室溫3天	100%				80%	20%			40%	60%		
5℃打孔PE室溫3天	100%				100%					60%	40%	
5℃不織布室溫3天	100%				100%				20%	80%		
5℃打孔PE袋+不織布室溫3天	100%				80%	20%				80%	20%	

(三)不同成熟度經蒸熱處理與低溫貯運果實品質變化

外銷果實部分國家則須配合蒸熱處理廠之設施與流程，其果心溫度(FTC,fruit core temperature)須達46.5℃ 30分鐘，因此處理流程總計約需2.5至3.5小時，再以低溫運輸方式輸送至海關出境。蒸熱處理除了有檢疫效果外，前人研究指出在處理過後果實與未處理者低溫貯藏四周後則無明顯差異(Hoa et al.,2006)，但並無測試不同成熟度間差異性。因此進行測試不同成熟度與不同套袋方式之白肉紅龍果模擬蒸熱處理，結果顯示成熟度越高可溶性固形物越高，果重也隨之較重，紅肉種比例也較高(表5)，模擬日本外銷貯放顯示蒸熱處理可減少病害發生，且不易造成果皮軟化腐爛。不同成熟度果實蒸熱處理後鱗片並無明顯差異，品質亦無大幅度改變；而不同套袋方式生產之紅龍果情況類似，外觀顏色差異性主要仍取決於套袋樣式。



因大小庫不同因此調整成近似大庫溫度變化情形，採用溫度程序為30℃、30 分鐘；41℃、10 分鐘；46.5℃、30 分鐘；48℃、2小時20 分鐘；此程序果心可達46.5℃且持續30 分鐘。

表5、不同成熟度蒸熱處理後品質變化情形

處理	果重(g)			果肉重(g)			可溶性固形物(Brix)		
七分熟入庫前	415.91	±	11.96	240.87	±	9.83	11.16	±	0.23
八分熟入庫前	469.43	±	22.24	289.50	±	19.57	12.03	±	0.19
全熟入庫前	465.57	±	16.03	261.60	±	16.03	12.78	±	0.19
全熟延5天採收入庫前	489.09	±	16.06	378.57	±	26.57	13.23	±	0.20
全熟延8天採收入庫前	460.99	±	14.60	295.20	±	23.40	12.98	±	0.27

處理	果重(g)			果肉重(g)			可溶性固形物(Brix)		
七分熟5℃貯放+室溫7天	407.81	±	10.13	231.45	±	13.7	10.08	±	0.21
八分熟5℃貯放+室溫7天	436.44	±	10.07	278.00	±	10.6	11.16	±	0.34
全熟5℃放+室溫7天	451.07	±	16.9	318.14	±	28.66	11.44	±	0.36
全熟延後5天採+5℃放+室溫7天	461.32	±	35.2	329.04	±	27.76	12.53	±	0.33
全熟延後8天採+5℃放+室溫7天	499.50	±	31.44	343.66	±	27.18	12.88	±	0.13

(四)討論

調查中部與南部產區的冬果與夏果，於生育平均溫度較低的中部地區並無明顯較具抗寒的特性，部分貯放情形下反而為南部較佳，調查101與102年度均同(未發表資料)，因此貯藏特性推測可能與栽培模式與施肥有關，未來

可調查果皮相關元素含量程度藉以判別。低溫貯放下病害多為20日後大量增加，但病害觀察多以*Bipolaris cactivora*, *Phomopsis spp.*, *Alternaria alternate, Penicillium citrinum*類為主，且會與栽培模式與成熟期天氣情形相關聯，因此建議後續販售低溫貯放建議以20日內為限。而不同包裝方式則以打孔PE袋配合不織布袋的低溫貯藏效果較佳，低溫貯放20日下仍無寒害產生，有較佳表現。

致　謝

本研究承蒙行政院農業委員會102農科-9.2.2-農-C6(8)計劃經費支持，謹致謝忱。

參考文獻

1.黃琇亭、林慧玲. 2009. 紅龍果果實生長期間果實和肉質莖組成分之變化. 臺灣園藝 55:31-42.

2.劉碧鵑. 2010. 台灣紅龍果的栽培. 農業試驗所特刊144號. 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所印製.

3.蔡志濃、林筑蘋、安寶貞、鄧汀欽、廖吉彥、倪蕙芳、楊宏仁. 2013. 紅龍果的重要病害及其防治(下). 農業試驗所技術服務 96(24):4-7.

4.顏昌瑞. 2005. 紅龍果. p. 173-176. 台灣農家要覽增修訂三版農作篇（二）. 行政院農業委員會.

5.廖吉彥、鄧汀欽、陳素琴. 2010. 開發輸日外銷紅龍果之檢疫處理與市場潛力.農試所技術服務期刊81期. P13-15

6.Hoa. T. T., C. J. Clark., B. C. Waddell, and A.B. Woolf. 2006. Postharvest quality of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfesting hot air treatments. Postharvest Biology and Technology 41:62-69.

7.Kanner, J., S. Harel., and R. Granit. 2001. BetalainsA New Class of Dietary Cationized Antioxidants. Journal of Agricultural Food Chemistry. 49(11):5178-85.

8.Jiang, Y.-L., Y.-Y. Liao, T.-S. Lin, C.-L. Lee, C.-R. Yen, and W.-J. Yang. 2012. The photoperiod-regulated bud formation of red pitaya (*Hylocereus sp.*).

HortScience 47:1063-1067.

9.Pentzer, W.T. and P.H. Heinze. 1954. Postharvest physiology of fruits and vegetables. Annu. Rev. Plant Physiol. 5:205–224.

10.Phebe, D., M. K. Chew, A. A. Suraini, O. M. Lai, and O. A. Janna. 2009. Red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit colour and betacyanin content depend on 0maturity. International Food Research Journal 16: 233-242.

11.Stintzing, F. C., A. Schieber, and R. Carle. 2002. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose. Food Chemistry 77:101–106.

12.Wu, M.C., Chen, C.S., 1997. Variation of sugar content in various parts of pitaya fruit. Proc. Fla. State Hort. Soc. 110, 225–227.

13.Valdivia, E. 2000. Pitahaya-A Fruit for the Deligent. The Fruit Gardener. 32(1):12-13.

Technology and preharvest factors on postharvest handling after the pitaya fruit

Min-Chi Hsu[1], Pi-Chuan Liu [2]

[1]Taiwan Agricultural Reasarch Institute Council of Agriculture, Executive Yuan

[2] Fengshan Tropical Horticulture Experiment Branch

Abstract

Pitaya, dragon fruit (*Hylocereus undatus* Britt. & Rose) belongs to the Cactaceae family and is native of central and south America. The harvest production season in Taiwan is from June to November. Red flesh pitayas even can even be harvested for nine month per year by lighting if light-forcing treatment is applied, but producing season focus on July to August required storage and export. Another disadvantage of peels on harvested fruits will arid and older, and low temperature with high moisture storage induced fungal disease after reheat to room temperature. In order to export to China, south eastern Asia, and Japan, postharvest handling technologies become more important.

Investigating the cold resistance of white-pulp pitayas' field at middle and south fields of Taiwan, whether summer season(Jul-Aug) or winter season(Oct-Nov), cold resistant were less divergence. On the other hand, disease occurred on peel with long time storage and severely increased by time, especially more than 3 weeks.

The object of selecting packing material to avoid chilling injury, non-woven fabric with PE bag(24 holes with 0.8cm diameter) were used without chilling injury and better performance for 20 days storage.

Quarantine treatment of VHT(vapor heat treatment) usually used for pitaya export to Japan where is without fruit fly living. The process of treatment need 2.5-3 hours and the center temperature of fruit is more than 46.5℃ for 30 mins. After quarantine treatment, pre-cooling fruits then packing in corrugated boxes,

紅龍果採後處理技術與採前因子影響

which method is necessary before export. Differential maturity fruits treated with quarantine treatment shows that non-remarkable difference. Not only peel, but also pulp is no significant change. VHT could also decrease disease occur during export transportation and shelf storage.

Key words: pitaya; postharvest handling; preharvast factor; fruit

紅龍果檢疫技術之開發

動植物防疫檢疫局台中分局　陳素琴

摘　要

為突破國產紅龍果無法輸日之限制，防檢局台中分局早在92年間即完成輸日白肉種紅龍果(*Hylocereus undatus* (Weber) Britt. & Rose)蒸熱殺蟲技術之研發工作，試驗報告並送日本審查。經一再交涉結果，日方終於核派檢疫官於98年6月間至防檢局台中分局辦理檢疫技術之認證作業，也促使日本於99年4月16日公告並開放經檢疫處理後之白肉種紅龍果輸入。白肉種紅龍果正式輸銷該國，乃進一步選定紅肉種(*H. polyrhizus* (Weber) Britt.& Rose)及紫紅肉種紅龍果(*H. costaricensis* (Weber) Britt. & Rose)進行檢疫處理技術研發工作。

紅肉種及紫紅肉種紅龍果針對東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* Hendel)及瓜實蠅(*Bactrocera cucurbitae* Coquillett)為主要殺蟲標的之檢疫處理試驗。為決定最抗熱性之果實蠅及蟲齡做為供試蟲，以東方果實蠅、瓜實蠅卵期及各齡期幼蟲進行蒸熱抗性比較，結果以東方果實蠅卵期抗熱性最強，因此，以東方果實蠅卵期為檢疫處理試驗之供試蟲。

以果實中心溫度達46.2℃、10分鐘、20分鐘之小規模蒸熱處理結果，顯示溫度達46.2℃取出即可達100%殺蟲效果，然為配合現行輸日白肉品系紅龍果檢疫處理模式，以46.5℃維持30分鐘作為大規模殺蟲處理試驗條件，進行紅肉種及紫紅肉種紅龍果大規模殺蟲試驗，經3次試驗結果，所得總有效殺蟲為35,137，死亡率100%，已符合日本之檢疫處理蟲數標準。經蒸熱處理後之鮮果，以不同包裝及貯運條件的品質障礙試驗結果，蒸熱處理與未蒸熱處理之果實品質、外觀色相、糖分錘度、及果實硬並無顯著差異，另以舒果網包覆處理果後再放入PE塑膠袋內冷藏於5℃之條件為最佳之貯運條件。

試驗結果顯示，以46.5℃維持30分鐘為紅肉種及紫紅肉種紅龍果之蒸熱處理條件，處理後並以舒果網包覆處理果後再放入PE塑膠袋內冷藏於5℃貯運，能達成為外銷日本之檢疫處理要求並保持最佳商品價值。

前　言

近年來，拜栽培管理技術發展成熟之賜，果實碩大、品質佳而且產量豐富的紅龍果，除滿足國內市場需求外，亦甚具國際競爭潛力。惟由於我國為東方果實蠅及瓜實蠅疫區，許多國家以檢疫條件限制國產鮮果輸入，致紅龍果外銷市場不易擴展，實為可惜。

為突破檢疫障礙，農委會防檢局早於90年間即著手規劃及進行紅龍果檢疫處理技術之開發，92年發展出以46.5℃，蒸熱30分鐘之處理條件，成功達成殺蟲目標，且白肉種紅龍果經日本98年派員前來實地認證試驗後，業於99年正式輸銷該國，市場反映頗佳。因此，防檢局及所屬台中分局乃進一步選定紅肉種及紫紅肉種紅龍果進行檢疫處理技術研發工作，俾協助將優良果品拓銷國際市場。

檢疫處理實地認證－輸日白肉種紅龍果

為突破國產紅龍果無法輸日之限制，本分局早在92年間即完成輸日紅龍果蒸熱殺蟲技術之研發工作，試驗報告並送日本在案。經一再交涉結果，日方終於派遣橫濱植物防疫所調查研究部丹野昌浩先生於98年6月15日至6月26日至本分局辦理檢疫技術之認證作業。

防檢局台中分局試驗小組為確保認證作業順利完成，於98年1月間即著手規劃試驗期程，以及事先準備試驗材料、預備試驗與會同實地認證試驗等工作：

一、試驗材料準備

（一）供試蟲源之選定

以防檢局台中分局檢疫處理實驗室人工飼育第10代之東方果實蠅為供試蟲源，供試蟲卵則產自15- 25日齡之雌蟲。

（二）供試果之選擇

試驗用紅龍果產自嘉義縣鹿草鄉，採收時間為98年6月11-12日，供試果選別以無外傷，果實大小450-550 g，上層鱗片基部轉紅者為基準，完成選別後，直接供做試驗使用。

（三）各項試驗器材之準備

試驗所需之基本器材包括採卵器、篩網、培養皿及各式容器等先行備妥，標準溫度計則先行送請量測科技股份有限公司(工業技術研究院量測中心技術轉移公司)檢校，並取得儀器校正報告書，供屆時校正溫度使用。

二、預備試驗

98年1月間，試驗小組同仁先就日方要求之認證試驗流程進行模擬，包括供試蟲卵收集、蒸熱處理機溫度探針46.5℃校正、感染果製作以及進行蒸熱殺蟲檢疫處理等，試驗流程及結果經重複檢討與分析，確認符合日方標準。

三、實地認證試驗

（一）事前協調會議

日本檢疫官丹野昌浩先生抵台後，旋由防檢局邀請丹野先生與台中分局試驗同仁等於98年6月16日召開認證事前會議，由防檢局台中分局葛分局長文俊(時任防檢局植物檢疫組副組長)主持，經就實地認證作業程序交換意見後，雙方達成共識如下：

1、本次紅龍果認證殺蟲試驗條件為果實中心溫度46.5℃維持30分鐘，紅龍果果實經上述溫度處理達30分鐘，即完成殺蟲認證流程。

2、有關日方所提每分鐘記錄一次溫度乙節，係指46.5℃維持30分鐘階段；另溫度校正作業程序，則為庫體溫度昇至設定值46.5℃並穩定維持30分鐘後，再行每5分鐘記錄一次，共記錄三次。

3、本次試驗之溫度探針之選定為設置於下層之3支；試驗條件為46.5℃維持30分鐘，係指處理之起始時間以2/3之探針所測得果溫達46.5℃以上開始計算。

（二）蒸熱殺蟲檢疫處理認證試驗

依據雙方確認的認證程序，首先當日完成蒸熱處理機溫度校正，6月17日製作感染果，6月18日進行大規模殺蟲試驗。完成處理後，將供試果移出調查，至6月23日完成各處理組蟲數調查，符合日本政府檢疫處理基準。

（三）認證結束會議

完成認證程序後，雙方就試驗結果判定已達日方檢疫殺蟲處理基準，嗣於6月25日認證結束會議中，確認紅龍果之殺蟲條件為『以46.5℃蒸

熱處理30分鐘』。

（四）參訪行程

為使丹野先生實地瞭解紅龍果之栽培管理情形，試驗期間安排參訪台中市東勢區、外埔區及高雄市旗山區之紅龍果果園，此外，也造訪防檢局小港農產品檢疫處理場及台灣省青果運銷合作社台中分社豐原處理場，瞭解輸日鮮果商業運轉程序與檢疫處理流程。

試驗設計－紅肉種及紫紅肉種紅龍果

設計之初考量紅龍果不耐冷藏之品種特性，因此，擬定以蒸熱處理方法做為研發方向。相關程序分述如下：

一、供試蟲

以防檢局台中分局實驗室人工飼育之東方果實蠅及瓜實蠅為供試蟲。其中，東方果實蠅蟲源採自彰化縣溪州地區之番石榴感染果，經累代繁殖飼養至第25-31代；瓜實蠅則採自南投地區之絲瓜感染果，累代繁殖飼養至第47-51代。

二、供試果

分別產自台中市外埔區及高雄市旗山區。以新鮮無外傷，重量450-600 g之紅肉種及紫紅肉種果實為選別標準。

三、試驗程序

（一）基礎試驗

1.密度試驗

紅龍果果實內分別接入東方果實蠅或瓜實蠅卵各50、100、200及400粒卵，製成感染果8個，7日後調查3齡幼蟲存活數，以判斷最適合之接卵密度，做為後續感染果接卵數之依據。

2.生長試驗

紅龍果果實內分別接入東方果實蠅或瓜實蠅卵各100個，製成感染果20個，移置飼育室內。接卵後第1至第10日間，每日取出2個感染果，調查各齡期之蟲數，以做為判定卵期及發育為各齡期蟲之時間依據。

3.抗性試驗

紅龍果果實內分別接入東方果實蠅或瓜實蠅卵，製成感染果128個，其中96個為蒸熱處理組，餘為對照組。分別使感染果內之供試蟲發育至卵期、1 齡幼蟲、2齡幼蟲或3齡幼蟲，然後將該4種不同齡期蟲之感染果，一起置入蒸熱處理機內蒸熱處理，當果實中心溫度到達44.2、45.2或46.2℃時，分批移置飼育室，俟果實蠅發育至3齡蟲時，調查不同齡期之東方果實蠅及瓜實蠅死亡率，以其中抗熱性最強之齡期，做為後續殺蟲試驗之標的害蟲齡期。

4.小規模殺蟲試驗

依據前述基礎試驗結果，選取前述兩種供試蟲中抗熱性較強之害蟲齡期，以最適量接入紅龍果果實內，製成感染果175個，其中150個為蒸熱處理組，餘為對照組。感染果置入蒸熱處理機內蒸熱處理，當果實中心溫度到達46.2℃、46.2℃維持10分鐘及46.2℃維持20分鐘等3種條件，分批移置飼育室，俟果實蠅發育至3齡蟲時，調查其死亡率，以評估3種處理條件之殺蟲效果。經重複3次試驗後，調查致死率，做為進一步大規模試驗之處理條件。

四、大規模殺蟲試驗

前述小規模殺蟲試驗係以蒸熱使果實中心溫度到達46.2℃、46.2℃維持10分鐘及46.2℃維持20分鐘為處理條件。現行白肉種紅龍果檢疫殺蟲處理條件則為蒸熱使果實中心溫度達46.5℃維持30分鐘，相較之下，現行白肉種紅龍果之處理條件更為嚴謹。此外，考量未來商業運轉時，紅肉種、紫紅肉種及白肉種紅龍果均能適用相同的檢疫殺蟲處理方法，可合併入庫同時進行檢疫處理，因此，乃選擇以蒸熱處理使果實中心溫度到達46.5℃維持30分鐘，做為大規模殺蟲試驗之處理條件。

試驗時，計分3次進行，每次處理有效蟲數須達10,000隻，總蟲數應超過30,000隻且經檢視無活蟲者，始可確認達到殺蟲效果。

五、果實障害試驗

當獲得大規模殺蟲處理條件後，模擬現行冷藏貯運條件，以果實硬度、果肉糖度、苞片顏色等品質變化情形，進行各項果實品質變化分析。

試驗結果

一、基礎試驗

(一)密度試驗

兩種紅龍果內之東方果實蠅3齡幼蟲存活數均較瓜實蠅多。其中，接卵數400個處理組之幼蟲存活數最少，接卵數100個及200個處理組之幼蟲存活數最多且二者之間無顯著差異，惟經目視觀察比較，接卵數100個處理組果實內之幼蟲，齡期一致且體形較大，取食情形亦較接卵200個處理組為佳。因此，後續乃以每一果實內接入100個卵為基準，進行各項試驗。

(二)生長試驗

經試驗結果，東方果實蠅於紅肉種紅龍果內之卵期為接卵後第1日、1齡幼蟲為接卵後第2日、2齡幼蟲為接卵後第4日、3齡幼蟲則為接卵後第6日；瓜實蠅之卵期為接卵20小時、1齡幼蟲為接卵後第1日、2齡幼蟲為接卵後第4日、3齡幼蟲為接卵後第6日。

東方果實蠅於紫紅肉種紅龍果內之卵期為接卵後第1日、1齡幼蟲為接卵後第2日、2齡幼蟲為接卵後第3日、3齡幼蟲為接卵後第6日；瓜實蠅之卵期為接卵20小時、1齡幼蟲為接卵後第1日、2齡幼蟲為接卵後第3日、3齡幼蟲為接卵後第6日。

(三)抗性試驗

紅肉種紅龍果內之瓜實蠅各齡期蟲於果實中心溫度到達45.2℃時，即全數死亡；東方果實蠅則於果實中心溫度到達46.2℃時，各齡期蟲始全數死亡。

紫紅肉種紅龍果內之東方果實蠅及瓜實蠅各齡期蟲均於果實中心溫度到達46.2℃時，全數死亡；於果實中心溫度到達45.2℃時，東方果實蠅各齡期蟲體存活數均高於瓜實蠅。

依前述結果分析，以東方果實蠅卵之抗熱性最強。

(四)小規模殺蟲試驗

依表1-1顯示，以每顆接入東方果實蠅卵100個之紅肉種紅龍果進行小規模試驗結果，果實中心溫度到達46.2℃、46.2℃維持10分鐘及46.2℃維持20分鐘等3種處理組，均可達100%殺蟲效果；另依表1-2顯示，紫紅肉種紅龍果試

驗部分，則於果實中心溫度到達46.2℃維持10分鐘及46.2℃維持20分鐘等2處理組，方達到100％殺蟲效果。

表1-1、東方果實蠅於紅肉種紅龍果內小規模殺蟲試驗結果

Replication	Treatment	No. of teste d fruit	Total no. of treated eggs	Total no. of survivor	Mortality (%)	Corr. Mort.* (Abbot's method(%))
1	Control	25	2,500	1,652	33.9	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100
2	Control	25	2,500	1,724	31.0	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100
3	Control	25	2,500	1,756	29.8	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	10 0	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100

*：Corr. Mort.＝(Mort. exp－Mort. con)/(1－Mort. con)

表1-2、東方果實蠅於紫紅肉種紅龍果內小規模殺蟲試驗結果

Replication	Treatment	No. of tested fruit	Total no. of treated eggs	Total no.of survivor	Mortality (%)	Corr. Mort.* (Abbot's method(%))
1	Control	25	2,500	1,373	45.1	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	64	98.7	97.6
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100
2	Control	25	2,500	1,879	24.8	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	41	99.2	98.9
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100
3	Control	25	2,500	1,564	37.4	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	97	98.1	97.0
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100

*：Corr. Mort.＝(Mort. exp－Mort. con)/(1－Mort. con)

二、大規模殺蟲試驗

依表2-1及2-2顯示，蒸熱處理紅肉種及紫紅肉種紅龍果使果實中心溫度到達46.5℃維持30分鐘，供試蟲東方果實蠅死亡率均為100％，統計3次處理之供試蟲數分別為35,137及33,544隻以上，因此，確認以46.5℃維持30分鐘蒸熱處理紅肉種及紫紅肉種紅龍果，可達完全殺滅東方果實蠅之效果。

表2-1、東方果實蠅於紅肉種紅龍果內大規模殺蟲試驗結果

Replication	Treatment	No. of tested fruit	Total no. of eggs	Estimated total no. of treated eggs*	Total no. of survivor	Mortality (%)
1	Control	40	4,000	-	2,315	42.1
	46.5 ℃ 30min	180	-	10,418	0	100.0
2	Control	40	4,000	-	2,441	39.0
	46.5 ℃ 30min	180	-	10,985	0	100.0
3	Control	40	4,000	-	3,052	23.7
	46.5 ℃ 30min	180	-	13,734	0	100.0

*：Estimated total no. of treated eggs= No. of survivors in non-treated fruit × (No. of treated fruits/ No. of non-treated fruits)

表2-2、東方果實蠅於紫紅肉種紅龍果內大規模殺蟲試驗結果

Replication	Treatment	No. of tested fruit	Total no. of eggs	Estimated total no. of treated eggs*	Total no. of survivor	Mortality (%)
1	Control	40	4,000	-	2,497	37.6
	46.5 ℃ 30min	180	-	11,237	0	100.0
2	Control	40	4,000	-	2,388	40.3
	46.5 ℃ 30min	180	-	10,746	0	100.0
3	Control	40	4,00 0	-	2,569	35.8
	46.5 ℃ 30min	180	-	11,561	0	100.0

*：Estimated total no. of treated eggs= No. of survivors in non-treated fruit × (No. of treated fruits/ No. of non-treated fruits)

三、果實障害試驗

依表3-1及3-2顯示，紅肉種及紫紅肉種紅龍果經46.5℃維持30分鐘蒸熱處理後，經5℃貯藏7日後再回溫3日，果實硬度為3.4 lb及3.4 lb，對照組為3.6 lb及3.5 lb，兩者硬度無顯著差異，顯示蒸熱處理後之果實，經本試驗貯藏條件下並無軟化現象；果肉糖度方面，處理組果實經檢測糖度為15.5°Brix及10.4°Brix，對照組為15.3°Brix及10.7°Brix，同種果實試驗組與對照組間糖度亦無顯著差異；苞片顏色方面，無論經蒸熱處理與否，苞片顏色皆會因貯藏及回溫而逐漸失水褐化，處理組果實之苞片顏色維持4.6分及2.3分，仍保有商品價值。

表3-1、蒸熱處理對紅肉種紅龍果果實品質之影響

組別 \ 果實品質指標	硬度(lb)	糖度(˚Brix)	苞片顏色
對照組	3.4a*	15.7a	10.0
處理組**	3.4a	15.3a	9.8
貯藏條件	5℃貯藏 7 日		
對照組	3.7a	15.6a	9.4
處理組	3.4b	15.5a	7.4
貯藏條件	5℃貯藏 7 日後再回溫 3 日		
對照組	3.6a	15.3a	5.5
處理組	3.4a	15.5a	4.6

*： Means in each column with the same lower letter are not significantly different at 5% level by Duncan,s multiple range test.
**： 蒸熱處理後以舒果網加PE袋包裝。

表3-2、蒸熱處理對紫紅肉種紅龍果果實品質之影響

組別 \ 果實品質指標	硬度(lb)	糖度(˚Brix)	苞片顏色
對照組	3.8a*	11.9a	9.1
處理組**	3.2b	11.4b	8.3
貯藏條件	5℃貯藏 7 日		
對照組	3.9a	10.7a	7.9
處理組	3.7b	10.6a	5.6
貯藏條件	5℃貯藏 7 日後再回溫 3 日		
對照組	3.5a	10.7a	3.4
處理組	3.4 a	10.4a	2.3

*： Means in each column with the same lower letter are not significantly different at 5% level by Duncan,s multiple range test.
**： 蒸熱處理後以舒果網加PE袋包裝。

結　語

回顧紅龍果檢疫處理技術之研發過程，經歷許多試驗瓶頸與重複分析修正，前後二年有餘；其後，又經過六年漫漫等待，日本始派員前來認證試驗。認證後，終證明我國開發之處理技術已充分達成日方要求之殺蟲基準，也促使日本開放經檢疫處理後之國產紅龍果輸入。在此同時，防檢局及所屬台中分局更繼續努力進行紅肉種及紫紅肉種紅龍果之試驗研發，期待不久的將來，能繼白肉種之後，再通過日本等國審查，從而解除輸入禁令，促進國產水果外銷，將質量俱優的農產品推向國際市場，為臺灣農業注入新的活力。

圖1、日本檢疫官丹野先生檢查供試蟲卵孵化率情形

圖2、溫度探針插置紅龍果情形

圖3、日本檢疫官丹野先生與台中分局試驗人員進行試驗結果調查

Dinh-Ha Tran[1,2], Chung-Ruey Yen[1], Yu-Kuang H. Chen[1] and T.Kieu-Oanh Le[2]

[1]Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology. 1 Shuefu Road, Neipu, Pingtung, Taiwan 912.

[2]Faculty of Agronomy, Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry. 10 Quyet Thang commune, Thai Nguyen, Vietnam.

Abstract

Dragon fruit (*Hylocereus spp.*) is one ofthe most important fruit crops in Vietnam, ranking firstin global areas and production. Recently, the planting area of dragon fruit has rapidly increased to approximately 28,500 ha, producing 585,000 tones of fruit per year. About 80-85 % of total fruit productivity is for export to more than thirty countries and territories, whichhas contributedto 203 million USD, accounting for nearly 45 % of total national fruit export value. Besidethe results of dragon fruit production and marketing in Vietnam are presented,the types of cultivars, advanced cultivationpractices and post-harvest techniques are introduced in this paper.

Key words：dragon fruit, production, cultivars, cultivating techniques, post-harvest, consumption.

1. INTRODUCTION

Dragon fruit (*Hylocereus spp.*) or pitaya, has been grown in Vietnam for at least 100 years, following their introduction by the French (Mizrahi et al., 1997). Locally, the fruit is known and sold as Thanh Long, or 'Green Dragon', a description associated with the green colour of the immature fruit, and the 'dragon-like' appearance of the 'scales' or bracts on the fruit surface(Hoa et al., 2006). Then, it has becomes popular among the wealthy families of the entire country. Vietnam has favorable climatecondition for growing tropical fruits which are mainly grown in the South of the Mekong Delta and in the Southeast, and Dragon fruit thrives in these areas. Because of having high economicvalue and

increase in international demands, dragon fruit production has been rapidly expanded to more areasin the country even in the North for recent years (MARD, 2014). Due to application of advanced cultivatingtechniques on production such us good agricultural practices (GAPs), the dragon fruit has been improved in yield and qualityto meet consumer requirements. Recently years, it has becamethe most important fruit candidate for export in Vietnam.In this paper, the achievements and cultivatingpractices on dragon fruit production and marketing in Vietnam will be introduced.

2. CULTIVAR TYPES

The two main cultivating types, including red peel and white pulp type (Hylercereus undatus) and red peel and red - purple pulp one (Hylercereus sp.) have been commonly grown in Vietnam. The white pulp cultivars, namely Binh Thuan(Figure 1a) and Cho Gaoas local varieties, have dominated in Vietnam for over 100 yearswith about 90 % growing area and production. These cultivars are self-compatible and perform oblong fruit shape with large and green scales, an average fruit weight from 360 to 380 g. The white flesh contains 14.9 ^{0}Brix, pH: 4.9 – 5.1,percentage of edible fruit: 73–75 % (Hang et al., 2014).

Figure 1.Fruit morphology of Binh Thuan variety (*H. undatus*)- a, and its hybrids: b- Long Dinh 1(Binh Thuan variety ×(*H. polyrhizus*) and c -Long Dinh 5(Long Dinh 1 ×Cho Gao variety(*H. undatus*).

The hybrid Long Dinh 1 (Figure 1b) which was created by crossing between Binh Thuan variety (*H. undatus*) as female and red flesh Colombia clone (H. polyrhizus) as male parent. It was resisted to Ministry of Agriculture and Rural Development and released to grower from November 2005.The main characteristics of this variety showsoblong fruit form with big and green bracts,about 380- 400g of average fruit weight, bright red peel and red-purple flesh, brix degree: 16-17%, pH: 4.7-5.7, 65-70% of edible fruit, easyfruit set without hand pollination.(Hanget al.,2014;SOFRI, http://sofri.org.vn/NewsDetail.aspx?l=&id=375&cat=7&catdetail=42).The hybrid Long Dinh 5 (Figure 1c) is hybrid of Long Dinh 1 and Cho Gao variety as a pollen donor. This cultivar was resisted to Ministry of Agriculture and Rural Development andreleased in 2011.Its good characteristics are self-fruitful, attractive fruit traits with an oblong shape, large and green scales and pink-purple flesh, an average fruit weight: 350-400 g, the brix sugar value: 16-180, pH: 5.03, percentage of edible flesh: 70-80% and good tolerance to some diseases and fruit quality is better than Long Dinh 1 in rainy season(Hang et al., 2014;SOFRI, http://sofri.org.vn/NewsDetail.aspx?l=&id=375&cat=7&catdetail=42).

Another type of variety with red - purple pulp which was introduced from Taiwan or resulted by breeding between the red-fleshed cultivars with the local ones has appeared several years ago.

3. PRODUCTIONAREAS, ACREACE AND PRODUCTIVITY

In 2000 the land area allocated to dragon fruit cultivation was about 5.9 thousand hectares and increased gradually to reach 9.0 thousand hectares in 2005, an increase of more than 50% (Figure 2). Five years later (2010) this figure increased nearly two times with just under15 thousand hectares. More surprisingly, during the subsequent periods of only three years later the area of dragon fruit trees planted has experienced a sharp rise with about 28.5 thousand hectares in 2013. As the results of the rapid planting dragon fruit development,

the fruit productivity also has remarkably increased at the same period (Figure 2). Vietnamese dragon fruit output obtained 55.9 thousand tons in 2001; 135.9 thousand tons in 2005; 328.3 thousand tons in 2010 and 585 thousand tons in 2013 (Tuan and Tien, 2011; MARD, 2014).

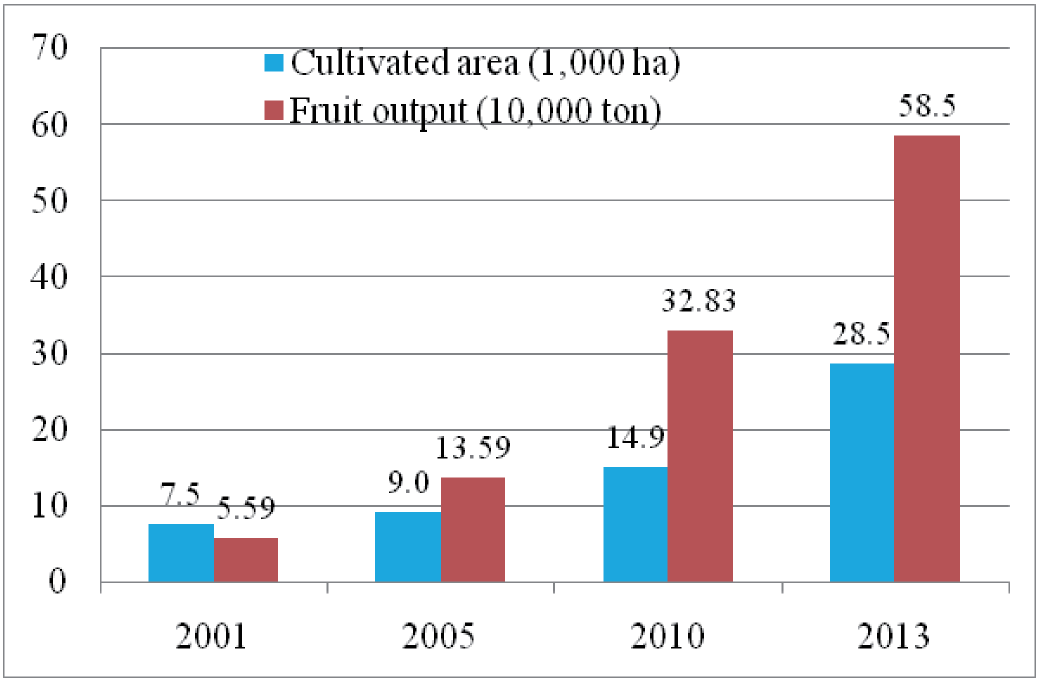


Figure 2. Trends in cultivating dragon fruit area and fruit productivity in Vietnam, period 2001 – 2013

Dragon fruits has been cultivatedin most eight ecological regions in the country. Binh Thuan provincelocated in the Southeast region is the main and origin of dragon fruit production area of Vietnam, which accounts for the largest planted area with 21,830 hectares in 2013 (76.6% of total planted area), producing about 460,000 metric tonsof fruit per year (78.6% of total nation output) (Figure 3). Binh Thuan also provides fruits with a good quality for export andsome parts of which have became famous region brands producing dragon fruit product as a specialty. The second largest area of growing dragon fruit are Tien Giang (3,000 hectares) and Long An(2,100 hectares) in the Mekong delta with 17.9%. Annual fruit productivity in here is about 102,000 metric tons, making up 17.5 % of total country output (MARD, 2014).

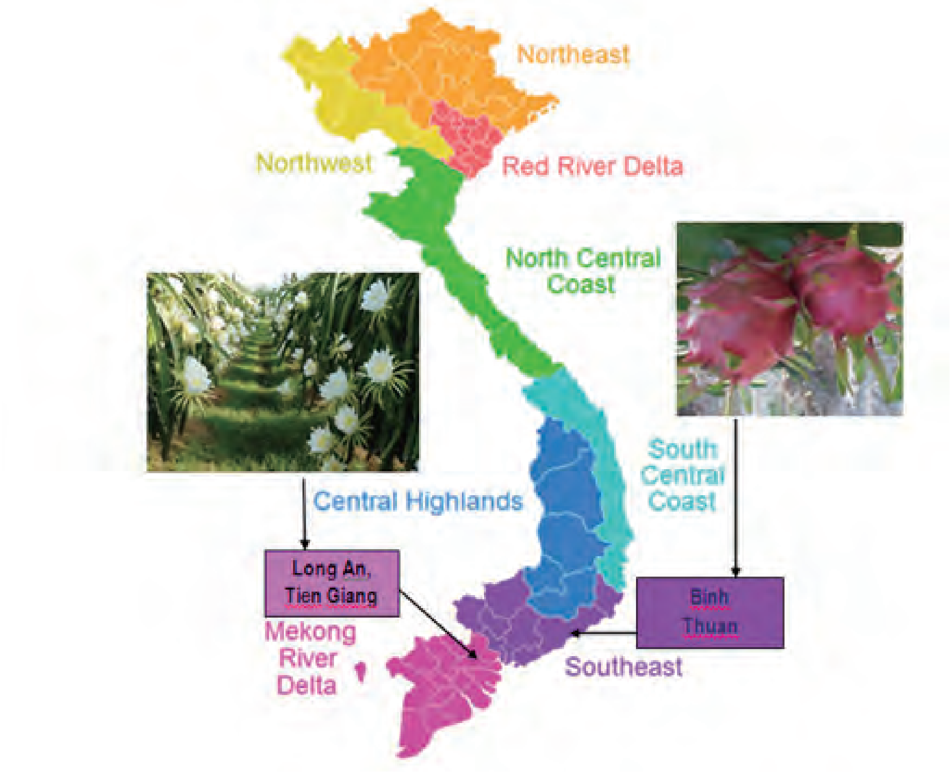


Figure 3. The two main areas of dragon fruit production in Vietnam

Other smaller areasare distributed in scattered provinces: Dong Nai, Ba Ria – Vung Tau, Tay Ninh in the South,Nghe An, Vinh Phuc, Hai Duong, Quang Ninh, Thai Nguyen and Ha Noi in the North,contributing only 5.5 % of planted area and 3.9% of fruit productivity inthe national total.

4.CULTURAL PRACTICES

4.1. Propagation

Most farmers propagate dragon fruit from cuttings. The cuttings are mostly obtained from annual pruning of mother plants, which makes a plentiful source of propagation materials. Mother plants selected for propagation are usually over one year old, of big dark-green shoots, disease-free, with big healthy dormant shoot buds. The cuttings may range from 20-40 cm in length.

Before being inserted into the propagation medium, the cuttings are submerged in solution of NAA 0.2 % so as to improve their ability to form new roots. Commonly, the medium for propagation is a mixture of soil : husk : coconut

fiber at the ratio of 1:1:1 (for Southern provinces), and/or a mixture of soil: husk : sand at the ratio of 1:1:1 (for Northern provinces). It is also required to treat the medium with Benlat C and/or Benomyl, to avoid fungal diseases and stem rot.The time of propagation may range from 3 to 4 weeks in the cool places (Figure 4). Some farmer households may skip raising dragon fruit cuttings in the nursery but directly plant them in the fields.

Figure 4. Vegetative propagation of dragon fruit from shoot cuttings

4.2. Soil preparation

In elevated regions which are high above the sea level such as the Central and Northern parts or Binh Thuan province, the preparation is simply to set stakes into the ground, did holes and fix supporting posts in the ground(Figure 5a). The most part of soil in Binh Thuan is impoverished grey soil, sandy soil or eroded mountain soil that need to fertilize with organic fertilizer (decomposed manure). After fixing the supporting posts, 20 cm depth and 40-50 cm width of soil are dug up around the post for manure application(cover with a layer of manure). Thereafter, the cuttings are planted around the posts.

In lowland and/or alkaline soil in Tien Giang and Long An provinces, it is

required to raise beds before planting. The beds are 40-50 cm high from water level in irrigation ditch to avoid flood in rainy season(Figure 5b).

4.3. Supporting post installation

Farmers in most of dragon fruit cultivation regions utilize concrete posts to support the plants these days ((Figure 5a, b), which surmounts disadvantages of the other types of posts as wooden columns and living wood trees. The concrete supporting posts are square columns of 12-15 cm in width, 1.6-1.8m in length, with 0.4-0.5 m buried in the ground, and 1.2–1.3 m above the ground.

4.4. Planting

Planting seasons

The time of planting dragon fruit depends mostly on the climate condition of the region. In all areas of concentrated cultivation, the plant is usually grown in months of October and November. During this time of the year, since pruning normally is carried out after harvest, a plentiful source of dragon fruit cuttings is available. Dragon fruit planted in October and November is quite young and small in size resulting to low resistance to heavy sunlight and draught, so it is necessary to mulch the plants with straw and water regularly during the hot season.

Under the condition of water scarcity, i.e in Binh Thuan province, the planting can be carried out in early rainy season (May–June). However, there may be a downside to the source of cuttings as this is the time the plant normally produces flowers and bears fruits.

Planting density

The common planting spacing is 3.0 x 3.0 m (equivalent to 1,100 posts/ha). The density makes it suitable for tending, flowering control at reasonable cost, and brings about higher benefits.

Planting technique

In all regions of dragon fruit farming, 4 cuttings of dragon fruit are planted around the post. The cutting can be vertically placed on the ground or 0.5cm

above the ground to avoid stem rot. A flat side of the cutting is placed against the plane side of the post to allow newly-formed roots to quickly bind to the post thereafter. In the beginning when there are no roots bind to the posts, the newly cuttings are tied to the posts with nylon or cloth straps (Figure 5a, b). After planting, cuttings are watered lightly and the soil is covered with straw and hay so as to maintain soil moisture.

Figure5.Dragon fruit gardens have been newly planted from cuttings in the high land(a) and the low land (b).

4.6. Fertilization

Basal fertilizerapplication

In regions of the Central, North and Binh Thuan provinces, an amount of basal fertilizer, including 10-20 kg decomposed manure + 0.5 superphosphate + 0.2-0.5 kg lime is applied around the post. In lowland regions of Long An, Tien Giang provinces, rows or individual sites are mounded before planting; filled with manure, superphosphate and lime; then covered up with a loose soil layer.

For vegetative stage

Vegetative stage of dragon fruit may range in a duration of 1-2 years. The amount of fertilizer applied to the plants in this stage is normally divided into different times of application in order to improve nutrient uptake and reduce fertilizer loss. During the first year, monthly fertilization of 200g NPK (16-16-8 or 20-20-15) + 200g Urea is applied. Once the plants spread their vines to supporting metal frames fixed on the posts, more phosphate fertilizer is applied to promote the development of the root systems. Besides, leaf fertilizers, such as Growmore, Agrostim, Atonic, etc. can be used to stimulate the vegetative growth

resulting in bigger and heavier lateral shoots of darker green color.

For fruit-bearing stage

In the stage when the plant produces stable yield of fruits, the amount of fertilizer applied to plant each year is as follows:

- Manure: 20-30kg decomposed manure.

- Inorganic fertilizer: N : P2O5 : K2O applied in ration of 500g : 500g : 500g. In case NPK (20-20-15) is used, apply 2.5 kg NPK + 0.21 kg KCL to replenish potassium. In case single fertilizers (urea, superphosphate and potasium chloride) are used, the respective amount applied is 1.1 kg Urea+3.3 kg superphosphate + 0.8 kg potasium chloride.

During the stage of fruit formation, occurrence of flowers, flower buds and fruits usually happen at the same time, thus fertilizers are applied in different times to supply nutrients for fruit development. Farmers normally use 30-35% of the plants' total fertilizer requirement. The other part of fertilizer is applied in the stage of off-season flowering control.

In order to increase flowering, yield and fruit quality in off-season, farmers of intensive cultivation may apply an additional amount of 20-30 kg of decomposed manure to each post.

4.7. Pruning

Vegetative stage

About 15-20 days after transplanting, new branches are removed from the vine cuttings. Only the biggest and healthiest branches are kept on for further development until the top of supporting post is reached.Once the remaining branches get 30-40 cm long beyond the posts, they are trained to hang down. The training is usually carried out under the sunshine, when the branches become soft that enablebending down without being broken.

The plant needs light training to shape the canopy during the second year after planting. By the end of the third year, there remain about 100 branches densely arrange on the each supporting post. Branches produce fruits which are

inside the canopy should be removed for ventilation and to concentrate nutrients for new branches.

Fruit-bearing stage

In the stage of stable fruiting, two types of pruning are usually applied, as follows:

General pruning

General pruning is normally carried out after harvest and/or before the last harvest (end of August or September). Two-thirds of the branches are removed which are old, infected with pests and diseases, or situated inside the canopy, and only healthy branches remain. In this type of pruning, three-fourths of the length of branches which need pruning (30 cm from the main shoot base) are cut down. Then, new shoots will emerge from the remained part of the branches. Only 1-2 shoot buds are kept on each new branch. General pruning is easy to employ, less time-consuming and labor requirement. However, branches may criss-cross making an overlapped canopy.

Selective pruning

Selective pruning carefully removes unwanted branches which are weak, diseased to promote development of healthy branches. Selective pruning creates ventilation and avoids branch criss-crossing, nonetheless, it requires labor to conduct.

Decision on conducting general or selective pruning depends on cultivation circumstances and the orchard age so as not to cause any impacts on yield and economic benefits. Number of branches on each plant is also conditional upon how old the plant is. A one-year-old plant, for instance, may have 30 branches on it, a two-year-old may bear70 branches, a three or four-year-old may carry 100-130 branches, and up to 150-170 branches on a five to six-year-old plant.

4. 8. Irrigation, mulching and soil covering

Dragon fruit orchard in Long An and Tien Giang provinces are normally irrigated less since irrigation water level is often close to upper side of the beds.

Yet irrigation can be an interval of 3-7 days in dry season and depending on soil moisture and structure. In Binh Thuan, irrigation is usually done in months from November to May of the next year. Off-season flowering stimulation is carried out in the late rainy season and the early dry season so that irrigation is an important factor to obtain an effective flowering stimulation.In addition to irrigation, mulching the plant base to maintain soil moisture is another method to overcome water scarcity in dragon fruit cultivation, particularly in areas of long dry season. Straw or water-fern can be used to cover around the plant base or mulch the bed surface.Furthermore, covering pitaya planted soils by growing wild peanut (Arachis pintoi) instead of the straw bringsmany profits to growers (DTATDC, 2011; So,2013).

4.9. Flowering stimulation

Dragon fruit can be harvested from early April to end of October in Southern regions. Flowering stimulation is usually carried out in mid August and harvesting crops in late October and November. Farmers with good cultivation techniques can stimulate two off-season fruitings in months of August and March of the following year. Flowering stimulation on dragon fruit may be conducted with the help of growth stimulators and/or lighting. Growth regulators may cost less but flower uniformity is hardly met and the percentage of flower abnormal is high. Lighting in flowering stimulation is widely employed in cultivation areas in the south these days.Incandescent lights of 75W are popularly used in dragon fruit production. Light bulbs are hung between two posts at 0.7-1.2 m high from the ground, which ensures the sides of the canopy are received equal lighting(Figure 6).

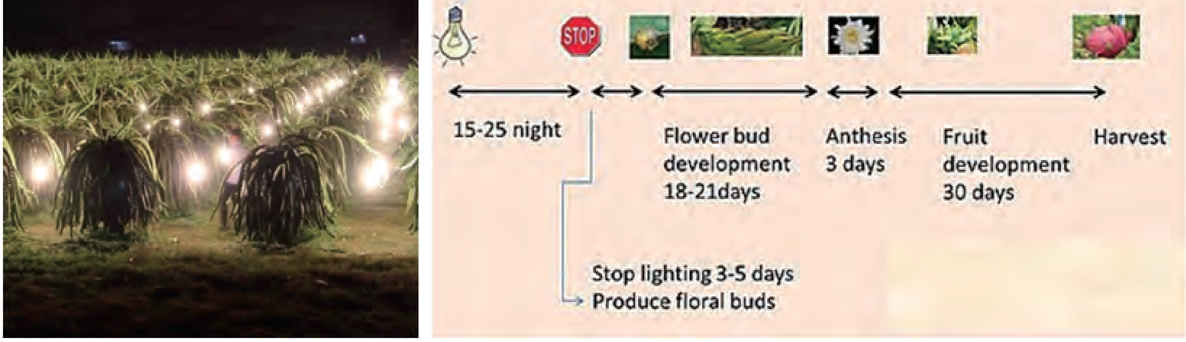


Figure 6. The lighting procedure applied to flowering pitaya induction in Off season

Lighting is normally done in 6-8 hours a night time, and continuously in 15-25 nights depending on the season and weather. The days of continuous lighting in early season is shorter than in late season. In the South, lighting can be shorten to 7 hours/night during 10-12 nights in February. After 3-5 days from halting lighting, flower buds start to emerge and develop in 20-21 days, then blooming and pollination may last 3 days. The fruits need 25-28 days to get ripe. Totally, it takes 75-80 days from lighting to harvest, depending on the time of the year in which flowering stimulation is conducted and weather condition in the cultivation areas. In the North of Vietnam, due to cold winter season, dragon fruit can only be harvested in main season which starts in mid June and finishes in late October. Lighting for flowering stimulation is not employedin there.(Ke, 2003; Hoa, 2008; DRDC, 2010; CPD, 2012).

4. 10. Pests and diseases

There are about 10 pests and diseases infecting on dragon fruit. The most popular damaged subjects are aphid (Pentalonia nigronervora), mealy bug (Pseducoccus brevipes), fruit-fly (Bactrocere dorsalis), thrip (Thrip sp.), anthracnose (Collectotrichum gloeosporioides), fungi (Macssonia agaves, Sphaceloma sp.), leaf rust (Bipolaris sp.) and soft-rot (Erwinia chrysanthemi). Those pests and diseases are effectively controlled byintegrated pest management (IPM), sothe yield and quality of dragon fruits are not damaged(Dien, 2006; Hoa, 2006; DRDC, 2010).

Recently, a new disease has occurred causing significant losses to dragon fruit production, namely brown spot (Neoscytalidium dimidiatum). Atpresent, there are no chemical or management method to effectively control the disease. To reduce impact of the disease on plants, at the stage of shoot burst it is suggested to applychemicals such as Propiconazole, Trifloxystrobin, Iprodione, Mancozeb with a frequency of 7-10 days /time, depending on the weather conditions (Hieu, 2011).

5. HAVEST, YIELDS, AND PRODUCTION TIMES

The harvest season for dragon fruits commences after the fruits change its color from green to red. The right time of harvesting is 28-32 day safter anthesis

(flowers blooming), when fruits are3 - 4 days aftercolor changing.For exporting,it is optimal to harvestfruits1-2 days earlier. The time for harvesting should be inthe early morning or late afternoon when the weather condition does not negatively affect the fruit quality and yield. The harvesting is done carefully using knife or scissorswithout damaging the fruits. The harvested fruits are put into bamboo baskets or plastic cratesandkept in a cool place, then transported to package warehouse as soon as possible.

(Hoa et al., 2001;DRDC, 2010;Thanh et al., 2011b; CPD, 2012).

The fruit yield depends oncultivar species, cultivation technologies, the ages of plants and seasons.Plants begin to bear fruits oneyear after planting. Fruit yield increases gradually to reach the peak of production in the fifth or sixthyear. In natural flowering condition (On season),Vietnamese cultivar orchards produce fruits with about 2.5- 5 ton/ha in the second year, 8-15 ton/ha in the third year, 20-25ton/ha in the fourth year and 25-35 ton/ha in the fifth-sixth year. However, the average yield performs a gradual decreaseand maintainsabout 20-25t/ha in thesucceedingyears(CTFA, 2011).

As the result of different growing condition, some red-fleshed species (H. polyrhizus or Hylocereussp.) introduced from other countrieshave beenless productive and resulted in lower fruit yieldcompared tolocal varieties. This is due to their low fruit set and small fruits in natural pollination (Hang et al., 2000; Tri et al., 2004).

In the South, dragon fruit plants can produce fruits almost all year round within 8-10 harvesting times and 2-3 times during off-season. The natural flowering season is from the middle/the end of March to October with 6-8 cycles, butmainly in summer months (May-August). In the Off-season (October – March),artificial flowering induction for fruit production can bemade by providing additional light during the short-day period. During cold season, the plants produce lower yield (15-20t/ha) but obtainhigher price than those produceduring the summer season.

(Ke, 2003; Thanh et al., 2011a,b; BTPPC, 2013).

In the Northern provinces, orchards bear fruits with lower yields than in the Southern provinces. Due to low temperature at the end of Autumn and in the Winter, so it is not effective to induce flowering for producing fruits in Off-season. The commercial fruiting season occurs in the summer months.

6. POST HAVEST MANAGEMENT

At the handling establishments, dragon fruit is washed with clean water, submerged inChlorine 200 ppm for 3 minutes to treat diseases and then in Ozone solution orBenomyl 500 ppm for 1 minute to treat bacterium. Water drying is operated with compress air sprayers or air blowers.Some other establishments of handling and packaging are currently treating dragon fruit by soaking the fruit in fungicide Umikai at concentration of 5 grams/2 litters of water for 5-10 minutes. Then, the fruit surface is dried from water in the same manner usingother chemicals(Figure 7).

After drying, dragon fruits are graded according to fruit weight which is defined by particular market requirements that are referred at the marketing section following. After being graded, dragon fruits are packed in carton boxes of 10-15kg depending on markets. Inside the boxes, dragon fruits are covered with holed polyethylen bags.The boxes are then stored in cool condition to be readyfor distribution to markets. Favorable storing condition is around 6-7℃ at moisture of 90%.The shelf life of fruits in this post harvest preservation can achieve from 30–50 days for white flesh varieties and shorter time for red flesh ones.It is optimal to transportfruitsto markets by cool container truckswith 5℃ and ventilation degree of 20–25 m^3/hour its inside during the cool weather(Hieu, 2011;Thanh, 2011b). Following to some foreign markets, export dragon fruits treated by the heating (at 46.5℃ for 20 minutes)(Hoa et al., 2006)or radiation treatment to eliminatefungal diseases and fruit fly eggs are required(Hieu, 2011; Thanh, 2011b).There are some enterprises to provide service of heating and/or radiation treating to agricultural products in Vietnam(Figure7).

7.MARKETING AND CONSUMPTION

The fresh fruits are consumed in both domestic nation (15 -20 %) and foreignmarket (80-85 % of total output). In the domestic marketing, fruits are sold

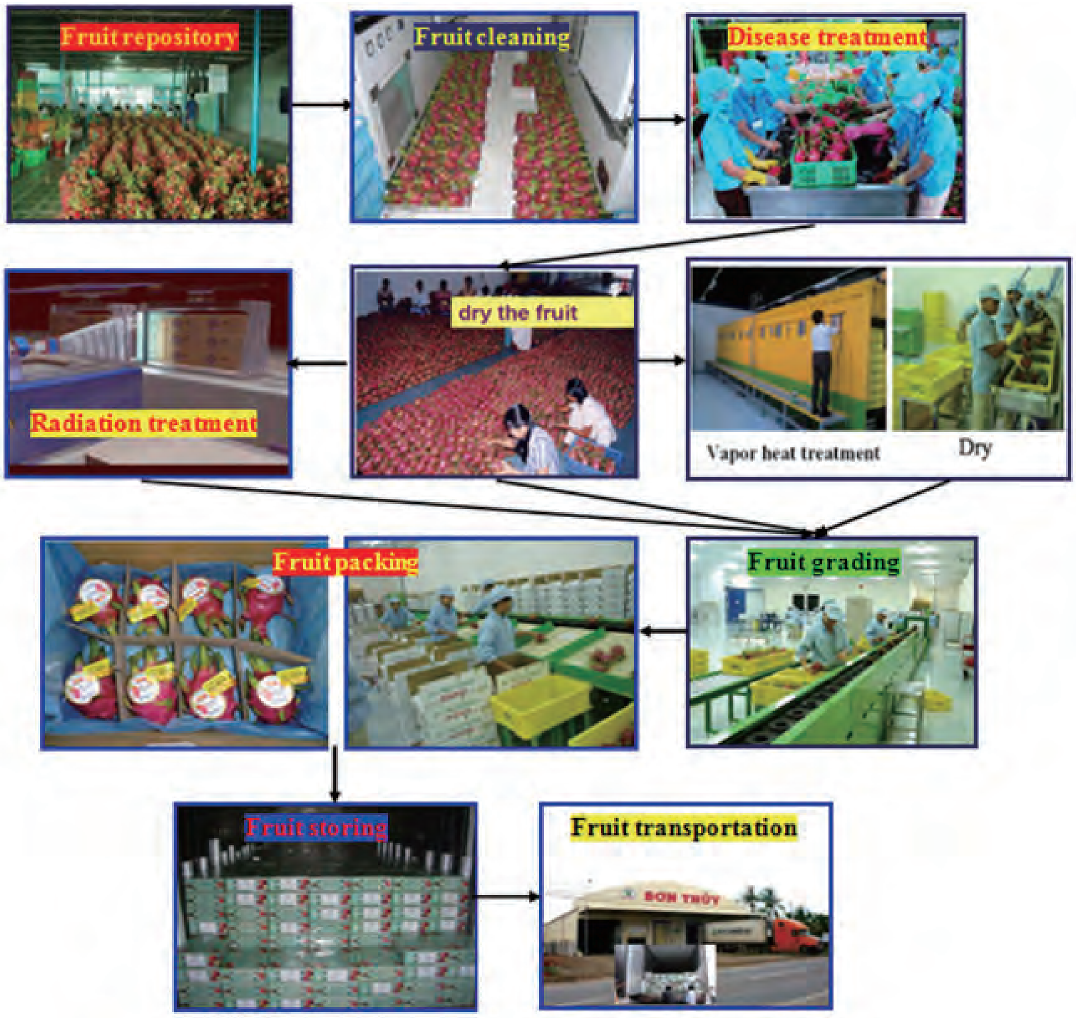


Figure 7. The process of post harvest management for dragon fruit in Vietnam

at local wet market and supermarket intwo forms: whole saling and retailing, otherwise they are bought and transported to other provinces by traders and then distributed to wholesalers and retailers at markets.To improve the value of products and promote dragon fruit cultivation, it is important to approach and expand international markets. The suitable production and storage procedures are applied to produce fruit products that meet consumers' demands. The GAP standards (VietGAP, EuroGAP, GlobalGAP) have been increasinglyapplied on dragon fruit production in Vietnam. "Regional brands"and "trade marks" for Vietnamese dragon fruits are also established and recognized by many countries in the world. As a result,more and more countries accept dragon fruits fromVietnam and most of the dragon fruit productivityis internationally

marketed. In the two past decades, theexport dragon fruit value has undergonea remarkably increasedue to the significant raise of export fruit price and output. In 2003 Vietnam obtained only 5.8 million USD from exporting dragon fruit(Figure 8). After only two years,this figureachieved 10.4 million USD, near two fold as opposed to 2003. Five years later (in 2010), exporting dragon fruit brought Vietnam 59.1 million USD, near six times compared to 2005. More interesting, the three succeeding years the value of fruit export continued to increase but more significantly ,reachinga new "record" with 203 million USDin 2013, accounts for nearly 45 % of total national fruit export value(MIT, 2014).

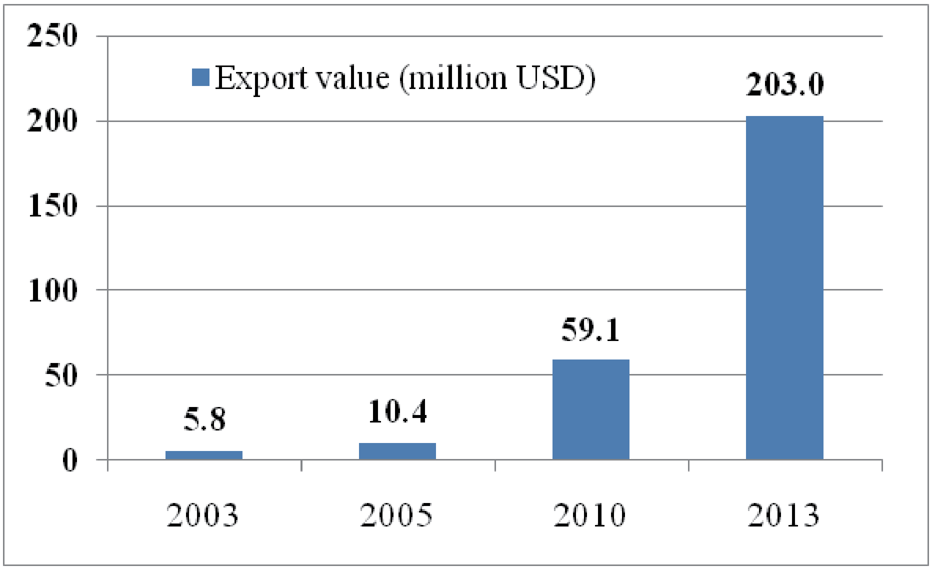


Figure 8.Trends in dragon fruit export value in Vietnam, period 2003 - 2013

The fruit price for export is much higher than that in domestic market. The price also varies upon different import countries where consumers have different demands. In 2013, Vietnam exported dragon fruit to more than 30 countries and China was the biggest consumer with commercial value of 145.2 million USD, accounts for 71.5 % of total export value(Figure 9).The following importers are Thailand (13.0 million USD, 6.4 %), Indonesia (9.9. million USD, 4.9 %), The United States (6.8 million USD, 3.3 %), The Netherlands (6.5 million USD, 3.2%), Canada (5.4 million USD, 2.7 %), Singapore (3.9 million USD, 1.9 %), Japan (2.8 million USD, 1.4 %), Hongkong (1.9 million USD, 0.9 %) and other countries (7.7million USD, 3.8 %) (Tri, 2013; MIT, 2014).

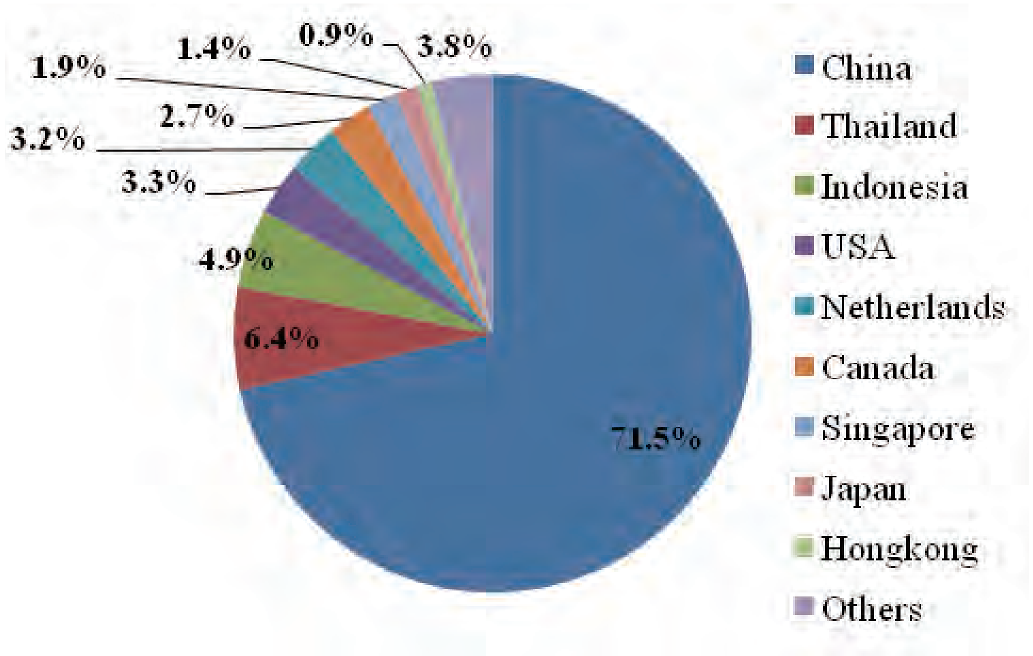


Figure 9. Share of Vietnam's dragon fruit export value by market, 2013

It is important to investigate and indicate the consumers' requirements in each foreign market. For instance, European countries, Indonesia, and the Middle East countriesnormally enjoy small fruits with 250-300 g/fruit of weight, while Chinese, Taiwanese, American and Canadian markets desire bigger fruits with 400-600 g. Japan and Singapore prefer fruits of weight from 300-500 g. In addition, fruits imported to Korea, Japanneed to be treated by heating before entering the market, while European and the United State require fruits treated by radiation. Recently, Vietnamese dragon fruits have agreed to be directly exported to the United States and then treated by the radiation before selling them on its market. Taiwan also demands the dragon fruits to be treated by the heating or radiation(Hieu, 2011; CPD, 2012).

8. CONCLUSIONS

With suitable climate and soil, Vietnam has been considered one of the most advantageous countries to cultivate and develop dragon fruit. In recent years, the remarkable development of dragon fruit production has brought great benefits to many horticultural farmers, traders and contributed a considerable amount of money to the national budget owing to fruit export. The great achievements in

dragon fruit production have resulted from the comprehensive and effective applications of many measures such as cultivating and harvesting technologies, crop managements, marketing policies, etc. Seizing comparative advantages of Vietnam' s superiorities in cultivating condition, farmers' experiences, markets and marketing, Vietnamese dragon fruit production should be developed more sustainably and efficiently in the future. Along with the plan of expanding planting area, methods of improving the quality and safety of dragon fruit will be used to meet the increasing requirements of consumers. The standards for fruit quality need setting and firm application. In addition to these, it is important to maintain and expand the international markets of dragon fruit. The "regional brands" and "trade marks" of Vietnamese dragon fruit are effective tools to draw the consumers' attentions.

Nonetheless, there is a need to conduct related studies on breeding new varieties with the following objectives: to obtain a good quality and yield fruit with a long shelf life, and to study the diseases affecting the plants, including its pest control, fruit production and postharvest fruit life.

ACKNOWLEGEMENT

The authors would like to thank reviewers for the criticalreading of this manuscript.

REFERENCES

1.Binh Thuan provincial people's committee (BTPPC). 2013. Marketing development research project for Binh Thuan dragon fruit. Published online on 13/11/2013http://thuvienphapluat.vn/archive/Quyet-dinh-2837-QD-UBND-nam-2013-De-an-nghien-cuu-phat-trien-thi-truong-thanh-long-Binh-Thuan-vb214672.aspx(In Vietnamese).

2.Can Tho Farmer Association (CTFA). 2011. Dragon fruit cultivation techniques. Published online on 06/04/2011). http://hoinongdan.cantho.gov.vn/?tabid=142&ndid=62&key=. (In Vietnamese).

3.Crop Production Department(CPD)-MARD. 2012. GAP fruit production and

development solutions of provinces in Mekong River Delta. Conference on GAP fruit production. Tien Giang, 12/2012. (In Vietnamese).

4.Dien, L.Q., 2006. Integrated management of insect pests in Dragon fruit. Proceeding of Dragon fruit workshop. Held on 6 Sept. 2006 in Binh Thuan Province, Vietnam. (In Vietnamese).

5.Dragon Fruit Research and Development Center (DRDC) – Binh Thuan Department of Agriculture and Rural Development. 2010. VietGAP dragon fruit production protocol. Binh Thuan, 2010. (In Vietnamese).

6.Da Lat Agricultural Technique Development and Service Consultant Company limited (DTATDC). 2011. Application of wild bean planting to cover dragon fruit garden instead of the straw. Topic report. Agricultural Competitiveness Project in Binh Thuan province. Code number: BT.HPA 11/10/ACP. (In Vietnamese).

7.Hang, N. T. N., P. T. K. Yen, N. M. Chau. 2000. Effect of additional pollination on fruit set, fruit size and weight in red flesh dragon fruit. The annual report of fruits research (2000–2001). Southern Fruit Research Institute. Agriculture Publisher. Ho Chi Minh City, Vietnam.141-145 (InVietnamese with English abstract).

8.Hang , N. T. N., N. V. Hoa,N. M. Chau and W. N. Chang. 2014. Research strategies to increase sustainable production of dragon fruit and passion fruit. Proceeding of the workshop on increasing production and market access for tropical fruit in southeast Asia.Held on 13-17 October, 2014. SOFRI, Vietnam. 115-119.

9.Hieu, N. T. 2011. Limitations of plant protection in dragon fruit production in Binh Thuan and solutions. Extension Forum @ Agriculture – Sustainable production and consumption of dragon fruit. Binh Thuan, 10/2011. (In Vietnamese).

10.Hoa, T. T. D., D. M. Hien, P. H. Lam, A. Clément. 2001. Study on post-harvest technology for protection of dragon fruit. The annual report of fruits research (2000 – 2001). Southern Fruit Research Institute. Agriculture Publisher. Ho Chi Minh City, Vietnam. 386-306 (InVietnamese with English abstract).

11.Hoa, N.V. 2006. Integrated Disease management for Dragon fruit. Proceeding of Dragon fruit workshop. Held on 6 Sept. 2006 in Binh Thuan Province, Vietnam. (In Vietnamese).

12.Hoa, T.T., C.J. Clark, B.C. Waddell, and A.D. Woolf. 2006. Postharvest quality of dragon fruit (Hylocereus undatus) following disinfesting hot air treatments. Postharvest Biol. Technol., 41:62–69.

13.Hoa, N.V., N.H. Hoang, M.C. John, N.M. Chau. 2008. Developing GAP systems for dragon fruit producers and exporters in Binh Thuan and Tien Giang provinces. Proceeding of Dragon fruit workshop. Held on 21 July. 2008 in Binh Thuan. (In Vietnamese).

14.Ke, N. V. 2003. Dragon fruit (Hylocereus undulatus, Haw.). Text book. Agriculture Publisher. Ho Chi Minh City, Vietnam. (In Vietnamese).

15.Ministry of Agriculture and Rural development (MARD). 2014. Official statistics of fruit production in Vietnam.

16.Ministry of Industry and Trade (MIT). 2014. Official statistics of Fruit export value in Vietnam.

17.Mizrahi, Y., A. Nerd, P.S. Nobel. 1997. Cacti as crops. Hort. Rev. 18, 291–319.

18.So, K.2013. Bean wild garden serves to cover the straw dragon. The online newspaper of the Vietnamese Agriculture. Published online on: 14/11/2013. http://nongnghiep.vn/nongnghiepvn/vi-vn/25/117667/Khuyen-nong/Dau-phong-dai-phu-vuon-thanh-long.html. (In Vietnamese).

19.Southern Fruit Research Institute (SOFRI). Red flesh dragon fruit variety "Long Dinh 1". http://sofri.org.vn/NewsDetail.aspx?l&id=372&cat=7&catdetail=42). (In Vietnamese).

20.Southern Fruit Research Institute (SOFRI). Red flesh dragon fruit variety "Long Dinh 5". http://sofri.org.vn/NewsDetail.aspx?l=&id=375&cat=7&catdetail=42). (In Vietnamese).

21.Thanh, N. C., H. C. Truc, T. T. Xuyen, N. T. Binh, N. V. Thinh, D. T. Cham. 2011a. Techniques on dragon fruit Cultivation. Module textbook. Code: MD 03.

Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD). (In Vietnamese).

22.Thanh, N. C., H. C. Truc, N. T. Binh. 2011b. Harvest and post-harvest technology of dragon fruit . Module textbook. Code: MD 05. Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD). (In Vietnamese).

23.Tri, T. M, B. T. M. Hong, N. M. Chau. 2004. Effect of additional pollination on red flesh dragon fruit. The annual report of fruits research (2002 – 2003). Southern Fruit Research Institute. Agriculture Publisher. Ho Chi Minh City, Vietnam. (InVietnamese with English abstract).

24.Tri, C. 2013. Seizing the opportunity to grow dragon fruit. Online newspaper of the Vietnamese government. Published online on 13/09/2013. http://baodientu.chinhphu.vn/Thi-truong/Nam-bat-co-hoi-phat-trien-trai-thanh-long/180710.vgp. (In Vietnamese).

25.Tuan, T. M., D. H. Tien. 2011. Supply, demand and study on suggested policy for export dragon fruit. Extension Forum @ Agriculture – Sustainable production and consumption of dragon fruit in Binh Thuan, 7/10/2011.(In Vietnamese with English abstract).

綜合討論

■ 農友-王國洲提問：

一、進行產期調節者其枝條該如何修剪？例如今年12月中旬採完最後一批果之後，其老枝條能否提早修剪，以提早新枝條的產生？

二、關於南投集集地區進行燈照處理的果園，其三月份第一批的來花數量多寡如何?

■ 江博士回覆：

一、不管有或沒有進行燈照處理的園區，產期一結束後就應儘早準備修剪結果枝，促使新枝條的萌發，這些提早抽梢的枝條隔年才有能力投入生產。

二、南投的燈照園區在三月中下旬花苞才來，但三月底的第二批來花量就爆量了。因園區的管理方式與所處氣候環境條件的不同，雖然產調的方法一樣，但來花量還是會有所差異的。我所看到的園區，植株管理的特色是留了許多剛成熟的新枝條，這是有利於年底進行燈照處理來花成果的。

■ 農友提問：

台灣紅龍果出口至新加坡的數量為第三多，針對新加坡的外銷，果實是否有檢疫上的要求?

■ 陳科長素琴回覆：

輸入新加坡的水果目前是不需要檢附檢疫證明文件的，只有植物植體本身才會需要，但部分貿易商申請檢疫主要是做為衛生證明用的。

■ 農友提問：

一、取得國內的吉園圃或有機等生產認證，是否對外銷事業有所幫助?

二、台灣在加入TPP之後其關稅將由30%降為0，是否會如菇類等產品一樣，有大陸農產品傾銷的問題，政府對此有何因應之道？

■ 曾科長淑汾回覆：

吉園圃雖是國內所使用的生產標章，但在進行外銷時，是可以配合品牌形象來做相關宣導的，使目標市場國家他們的消費者能認同我們對果品安全性的規範。我們也持續鼓勵農民能加強產銷履歷的認證。

TPP的國家成員已有12國完成簽署，但在目前的成員中並不包含大陸，所以自然不會有大陸貨傾銷的問題。但RECP(目前是東協10+6)因簽署成員國家較多且複雜，部分成員國家因經濟水平較低，需要靠抽取關稅來因應。所以若加入RECP應該不會有全面零關稅的互惠貿易。

■ 農友提問：

在課程中有說明到，紅龍果實糖分的轉換是在花後25天左右，那麼在糖份轉換時需要注意怎樣的肥培管理？

■ 林教授慧玲回覆：

今天因課程時間的關係，我並沒有將紅龍果的礦物營養輸送數據呈現出來，但在我們之前的試驗成果中，是有提出肥培建議的參考值的。一般果實在花後第15-20天開始進入轉色期，在肥培上特別需要提高鉀肥的施用。

■ 農友提問：

病毒病的防治除了使用消毒法之外，是否有研發其它藥物來抑制其繼續擴散？

■ 李主任文立回覆：

有些藥劑的使用是可以延緩病毒病的發病，在目前的防治對策上，我們是從健康種苗的種植開始，種苗商建立健康苗繁殖供應體系，控管苗的品質，隨時檢測和防堵病毒種苗的繁殖，隨後在田間管理上則搭配整合性的管理作業來預防。

■ 農友提問：

在水平棚架網室的推廣工作上，是否有做過果園使用效能評估或示範觀摩？目前有無病蟲害等負面問題？

■ 曾科長淑汾回覆：

現行在中部產區目前是有農民使用網室來進行生產的，其目的在防東方果實蠅的為害，因為找不到套袋的人力與進行除袋的作業。網室內的環境條件和病蟲為害相與室外的環境是不相同的。南部有做網室栽培的比較少，原則上在台灣地區所在的位置若較為冷涼者，蓋網室環境升溫問題可以少一點。但是否會因光照不足而導致抽梢與來花量減少等問題，我們也還在監測中。

■ 農友提問：

在進行燈照產調時，使用黃色光源和白色光源，其效果有無差異？

■ 江博士一蘆回覆：

根據之前的處理成果與試驗，使用23W黃光或白光省電燈泡為光源，兩者對催花效果並沒有差異，但在光的感受性上則有差異，黃光感覺較為柔和，在有霧氣時，光線的穿透的較白光為強，後續我們會再進行更細步的實驗。

■ 農友提問：

毒素病對植株或果實有多大的影響?

■ 李主任文立回覆：

從田間的調查來看，紅龍果植株普遍感染病毒病，雖然大多數農友認為病毒病不會直接影響到產量與收益。例如果實潰瘍病會造成果實損失、外表凹陷。病毒很難用藥物防治，通常只能防治或阻絕其傳播媒介昆蟲和途徑。還是要使用健康種苗的概念去因應。

■ 農友提問：

我這裡有些病例標本，發現此病害時，我們是採取整株拔除的方式，但是越拔越多，應該要怎麼做請予以協助。

■ 劉副研究員碧鵑回覆：

現場診斷結果為枝條炭疽病的為害，但為確認病原還是得送植物保護系進行

鏡檢才能確認。炭疽病的防治方法可採植保手冊推薦藥劑噴灑來控制，並不需要整株移除，同時在雨季來臨前應做好預防與田間衛生的清園工作。

台灣紅龍果生產技術改進研討會專刊/劉碧鵑、邱國棟主編
高雄市：農試所鳳山熱帶園藝試驗分所，民104.12
175 面；19 公分
ISBN：978-986-04-7219-6（平裝）
1.紅龍果 2.生產技術 3.研討會專刊

435.3207 104026954

版權為本所所有，非經本所及作者書面同意，不得重製、數位化或轉載

台灣紅龍果生產技術改進研討會專刊
發 行 人：陳駿季、陳甘澍
主　　編：劉碧鵑、邱國棟
審　　查：李文立

出版機關：行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所
地　　址：高雄市鳳山區文龍東路530號
電　　話：(07)7310191
傳　　真：(07)7315590

設計承印：昕運國際有限公司
地　　址：高雄市鳳山區中山西路219號

出版日期：中華民國104年12月出版
定　　價：350元
展 售 處：農業試驗所圖書館（04）23302301轉7035
五南文化廣場（04）24378010
國家書店：（02）27963638

ISBN：978-986-04-7219-6
00350
9 789860 472196